



Mngool Com

حسين

# الانسان وأصل الحياة

انسان  
وأصل  
الحياة

## ميلاد العالم

### امتداد الكون

نظرية الكون المتطور

نظرية الكون الساكن المتوازن

### أصل الأجرام

التجوم

الحركات الظاهرة للنجوم

تحليل الأطياف السماوية

حركات النجوم

المذنبات

الكواكب

### الشمس

دورة السفع الشمسية

جود الشمس والمقذفات الشمسية

### بنية النظام الشمسي

الكواكب

الخصائص الأساسية لكوكب عطارد

الدوران الشاذ للزهرة

### كوكب الأرض

واجهة المريح الغامضة

الكواكب الصغيرة

### كوكب زحل وحلقائه

أورانوس وفصله

بلوتون كوكب تابع

يفلت من نيبتون

أصل النظام الشمسي

### ميلاد الأرض

كوكب الأرض

### حركات الأرض

دورة الأرض اليومية

دوران الأرض حول الشمس

المناطق الفلكية

### بنية الأرض

طفافة القارات

النظريات التشفيفية

### القمر

حركات القمر

٥٤ خسوف القمر ١

٥٥ الرحلات إلى القمر ٢

٥٧ أصل الحياة ٤

٥٨ أصل الحياة ٥

٥٩ الخلية ٦

٥٩ بنيتها وخصائصها العامة ٩

٦٣ نظرية التطور ١٠

٦٦ نظرية الوراثة ١٢

٦٧ الانقسام الاختزالي ١٣

٦٨ الصبغيات والجينات وحامض د.ن.أ. ١٤

٧١ الحياة في الماضي البعيد ١٦

٧٢ الحياة في الماضي البعيد ١٨

٧٢ العهد القديم ٢٠

٧٦ العهد الابتدائي الباليوزوي ٢٢

٧٧ الكمبري ٢٤

٧٩ الأوردوفيسي ٢٤

٨١ السيلوري ٢٤

٧٣ الديفوني ٢٦

٨٤ الكربوني ٢٧

٨٥ البرمي ٢٨

٨٦ العهد الميزوزوي ٢٩

٨٩ الجوراني ٣١

٩١ الطباشيري ٣٤

٩٤ العهد الكينوزوي ٣٦

٩٦ العهد الرابع ٣٦

٩٩ شجرة الحياة ٣٧

حقوق التوزيع الخاصة

سيلكا-سويسرا

© MCMXCII

Tous droits réservés dans le monde  
Reproduction même partielle interdite

All rights reserved throughout the world  
No part of this publication may be  
reproduced in any form.

Imprimé en Italie par G.E.P. Cremona  
Printed in Italy by G.E.P. Cremona

# ميلاد العالم



# امتداد الكون

المُطلقة والتهائية عن حشود الأسئلة التي ظلت تراوده في هذا الشأن.

متى بدأت عجلة الزمان دورانها؟ ومتى كانت بداية الكون والحياة التي تدب فيه؟ ليس هناك من جواب قطعي على هذه التساؤلات الأزلية والوجودية. لذلك ظل الانسان مُكتفياً بطرح الفرضيات وصياغة النظريات المختلفة التي تتغير وتُدَحْضُ مع مرور السنين والقرون بفعل بزوغ نظريات وفرضيات جديدة. وحين نتحدث عن

منذ تواجده على البسيطة والانسان لا يكف عن التساؤل بالحاح عن مصدره وأصله الأول وعن مصدر مختلف الكائنات والمخلوقات من حوله. وقد أدّى به نهم المعرفة إلى طرح الأسئلة والبحث عن جواب لها حول الكون الذي يعيش فيه وحول ما ورائياته. وقد توسعت معرفته تدريجياً بإيمانه بآيات الله تعالى حول الخلق والمخلوقات وبتعمقه في البحث العلمي واستقراء الوثائق والآثار وتكرار التجارب. ورغم ذلك لم يتوصل بعد إلى الإجابة

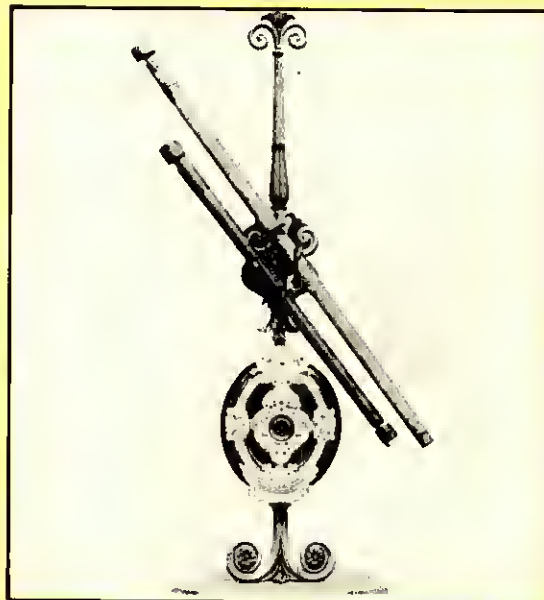
تلتقط أشعة الضوء بواسطة مرآة مقوّسة باستطاعتها تفادي نقص كان يُميز التليسكوب الانكساري الذي كانت عدّسته لا تلتقط سوى صور مضّربة تحيط بها هالة ملوّنة (صورة ٢)

وقد تمكّن الفلكيون من الاستفادة من تطور آلات التصوير الفوتوغرافي المتطور. فبفضل الصفيحات الفوتوغرافية الحساسة ازدادت قدرة الملاحظة بواسطة

إن المقراب والرّاصدة المعروف بالتليسكوب من أهم الادوات التي يستعملها الفلكيون لمُعاينة الظواهر الفضائية. والتلكسوب عبارة عن منظار فلكي ضخم تمّ صنّعه إنطلاقاً من النموذج الذي اخترعه غاليلي أول مرة سنة ١٦٠٩ (صورة ١)

وقد حل التلسكوب الانعكاسي محل التلسكوب الانكساري القديم. فبالنسبة للتليسكوب الانعكاسي

كيف يمكن رؤية الفضاء؟



أصل الزمان ومصدره، فلا متناص من الرجوع الى مسألة بداية الكون وتَشكُّله.

وكلمة «الكون» أو «العالم» أو «الدنيا» من المصطلحات المُبهمة التي يصعب تحديدها بدقة، بدون الإعتماد على الدراسات العلمية والتقنية المتخصصة. وهكذا فليكني نأخذ فكرة تقريبية عن جسامته ومساحته الشاسعة. يكفي أن نعلم أن أبعد مسافة قد تمكّن الإنسان من قياسها في الفضاء بواسطة أضخم تليسكوب يبلغ قطره خمسة أمتار والموجود بجبل بالومار بكاليفورنيا، وبفضل هذا المراقب كانت النجوم التي تمكّن العلماء من مراقبتها تبعد عن الأرض بـ ٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كلم. وإذا حوّلنا هذه المسافة إلى سنوات ضوئية فإننا نخلص إلى أن نور تلك النجوم قد أرسل منذ ٥,٠٠٠ مليون سنة.

وتُدرس مظاهر الكون وظواهره وتركيبه وتغيّراته في الزمان والمكان، في إطار الكوسمولوجيا أو علم

الكونيات، وهي من تفرعات علم الفلك (الفلاكة)، وترتكز على مفهوم ومبدأ «امتداد الكون» أي التمدد والانبساط التدريجي للفضاء الذي تعيش فيه الكواكب والأقمار والمجرات والأنظمة النجمية. ويستعمل العلماء مطيافات شديدة القوة والفعالية لتحليل ضوء النجوم والأجرام. وقد توصّلوا بعد ملاحظاتهم المتواصلة إلى إثبات أن الخطوط الطيفية تميل باستمرار إلى الحمرة. وإذا ما ابتعد مصدر ضوئي عن المرصد الموجود على الأرض فإن تردد التور الذي يصله يتضاءل وبما أن الألوان تُحدّد بتردد الموجات الضوئية وأن الأحمر هو اللون ذو التردد الأدنى فإن الكوسمولوجيا نستنتج من ذلك أن ميل الخطوط الطيفية إلى الحمرة دليل على أن كلّ الأجرام تبتعد عن بعضها ممّا يُنتج عنه امتداد للكون عامة.

وحسب أبحاث الفلكي الأمريكي «هابل»، التي تتبنى النظرية السابقة، فإن كل الأجرام تبتعد عن الأرض بسرعة تتناسب مع المسافة التي تفصلها عن هذه الأخيرة. أي أنها بقدر ما تبعد عن الأرض بقدر ما تتضاعف

التليسكوب، بحيث بإمكان الفلكي أن يتوصّل إلى قياس الاشعاعات تحت الحمراء وفوق البنفسجية. وترسل عناصر الكون موجات إشعاعية يتم التقاطها بواسطة أجهزة ضخمة تُعرف باليكشافات الاشعاعية (رد سكوب). وهذه الموجات الملتقطة توفر لنا معطيات في غاية الأهمية لكونها تستطيع اختراق الظلمة الكثيفة والضباب والدخان وهي من الحواجز التي يعتذر اجتيازها على أضخم الراصدات وأقواها (شكل ٣).





## ما هي طُرُق قياس عُمْر الكون؟

سرعتها في ذلك الابتعاد المتواصل. وكلُّ هذا يقودُ إلى التفكير في وجود عهدٍ كانت فيه كلُّ الأجرام متجمعةً في فضاءٍ أضيق. وكانت فيه المادةُ مركَّزةً في خليطٍ من الجسيمات ذات كثافة وحرارة عاليتين. وإذا سلَّمنا بقانون هوبل الذي يُعطينا سرعة ابتعاد الأجرام، فإننا سنتوصَّلُ إلى تقدير العهد الذي سادَ فيه ذلك «التركيز والتجمع الضخم»، وعليه، فعمر ذلك العهد قد يتراوحُ بين ٥٠ و ٥٠٠ مليار سنة.

وليس قانون «هوبل» هو المنهج الوحيد لتقدير عمر الكون. ذلك أنه من الممكن جداً اعتبار عمر الكواكب التي نشأت وتشكَّلت أساساً من مادة الهيدروجين واستمرت في التزوُّد منها للبقاء على الحياة لكونها تُحوَّلُ كل العناصر المتواجدة بها إلى غاز الهيدروجين. ولهذا فباعتبار نوعية هذه العناصر وكميتها، يمكن تقدير عمر

مجرة أو «طريقٍ لبني». سي يوجد به  
نظامنا الكوكبي.

### نظريّة الكون المتطوّر

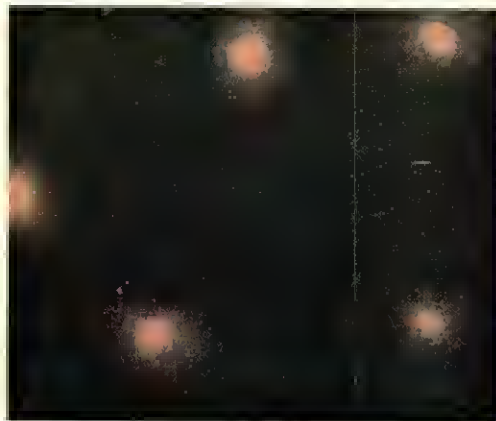
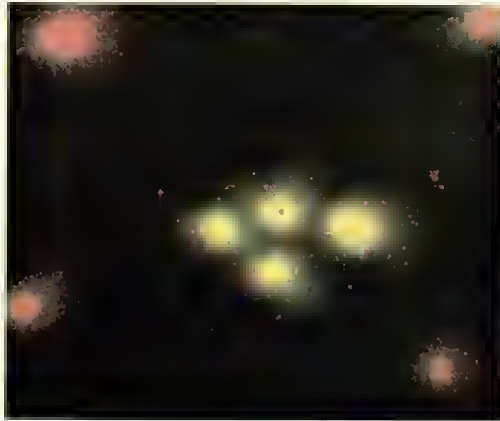
هل سيستمر امتداد الكون إلى ما لا نهاية ؟ أم هل سيتباطأ مستقبلاً إلى أن يسير نحو التقلص ؟ فبالنسبة لنظرية الكون المتطور، تُعتبر الجاذبية التي تُمارس بين مجرةٍ وأخرى، هي القوة الوحيدة والمعروفة التي بإمكانها تخفيضُ سرعة حركة امتداد الكون. إلا أن الدراسات والتقديرات تُثبتُ أن هذه القوة لا اعتبار لها إذا قيستُ بالسرعة التي تباعدُ بها السُدم. وهذه الأخيرة ستستمر إذن في الابتعاد بعضها عن بعض مما يَنشُج عنه استمرار في امتداد الكون. وما وصلَ إليه الكون اليوم من سعة، هو نتيجة تطور

تَرجُع بدايته إلى عشرة ملايين سنة، وقد يكون في السابق أقلَّ تعقيداً وأقلَّ تبايناً واختلافاً مما هو عليه الآن.

في المناطق اللّائية جداً من الكون، قد تكون المسافة الفاصلة بين سُدمٍ وأخرى، أكثرُ بُعداً من تلك المسافة الفاصلة بين سُدمٍ المناطق القريبة، وذلك لأن السُدم البعيدة

ب اليسار رسم يمثل نظرية الكون الساكن: فحين تباعد المجرات بعضها عن بعض. يبقى بينها مجال فارغ تملأه مجرات جديدة أخرى.

لصورة أسفله تبين نظرية الكون المتطور: حين تباعد المجرات بعضها عن بعض تترك فراغ بينها.



كوكب ما، بين ٢٦ و ٥٠ مليار سنة وهناك أيضاً مناهج أخرى لتقدير عمر الكواكب. منها اعتبار افتراق الكواكب المُزْدَوِجة عن بعضها وكذلك اختلاط الكواكب، وغيرها من المناهج التي نلخصها في الجدول الآتي:

المنهج	العمر المُقدَّر (بملايير السنين)
برد القشرة الأرضية	من ٢ إلى ٤
مُلُوحة المحيطات	من ١ إلى ٧
أصل القمر	٤
المعادن الإشعاعية	من ٣ إلى ٤
الأزجَام	٤,٥
تكوُّن العناصر	من ١,٦ إلى ٤,٨
نور الكواكب	من ٦ إلى ٢٦
افتراق الكواكب المزدوجة	أقل من ١٠
اختلاط الكواكب	من ٤ إلى ٥
قانون «هوبل»	من ١٠ إلى ١٣



نعيش فيه ولن يظهر لنا منه سوى جانب محدود زماناً ومكاناً.

وهكذا فإننا نفترض أن السُّدم المتباعدة عن بعضها في الفضاء تَتَحَلَّلُها سُدم جديدة في طريق التشكُّل وهي تحتوي بدورها على نجوم جديدة.

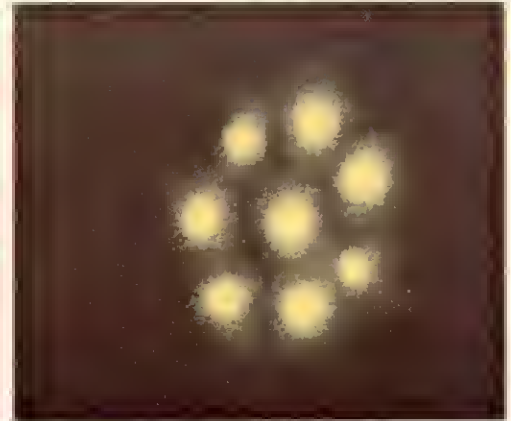
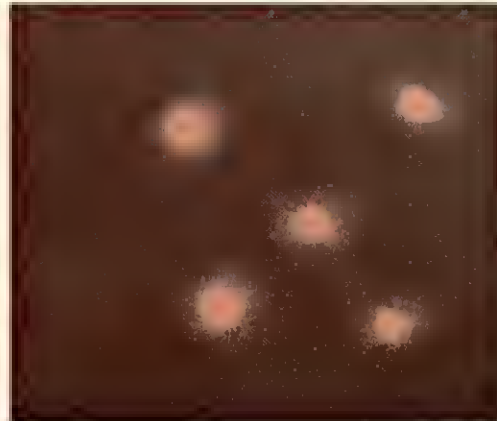
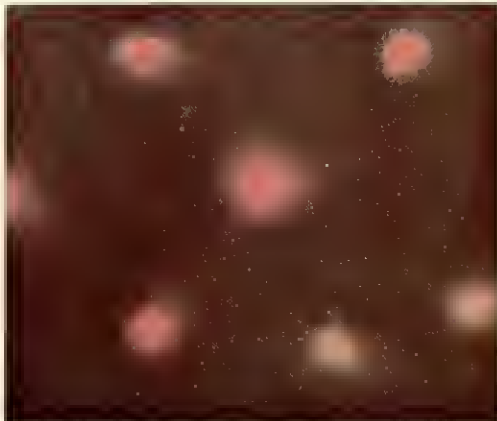
وحسب نظرية الكون الساكن، فإن تكثُّل الغاز بين الكواكب هو الذي يحكم سيرورة ميلاد السُّدم الجديدة وهذه الأخيرة تموت وتَفْنِي نتيجة امتدادها الى أقصى حدود الكون. ورغم هذا التغيُّر المتواصل للعناصر المكونة للسُّدم بصفة عامة فإن الكون خالد وثابت ولا تُعرَف له بداية ولا نهاية.

هي تلك السُّدم الأكثر قدماً لكونها توفَّرت على الوقت الكافي للإبتعاد بتلك المسافات الطويلة.

### نظرية الكون الساكن المُتَوَازِن

بالنسبة لنظرية الكون الساكن المُتَوَازِن، يجب التسليم بأن امتداد الكون وانبساط العناصر التي يحتوي عليها يتَّوَازَنان عن طريق خَلْق مواد جديدة يَتَحَقَّقُ بفضلها تشاكل واتساق الكون.

ولو كان الحال على عكس ذلك، أي لو أن الكون لم يكن ثابتاً ومُتَشَاكلاً في الزمان والمكان، فإن علم الفلك لن يَمَكِّنَنَا أبداً من الوصول إلى معرفة شاملة بالعالم الذي

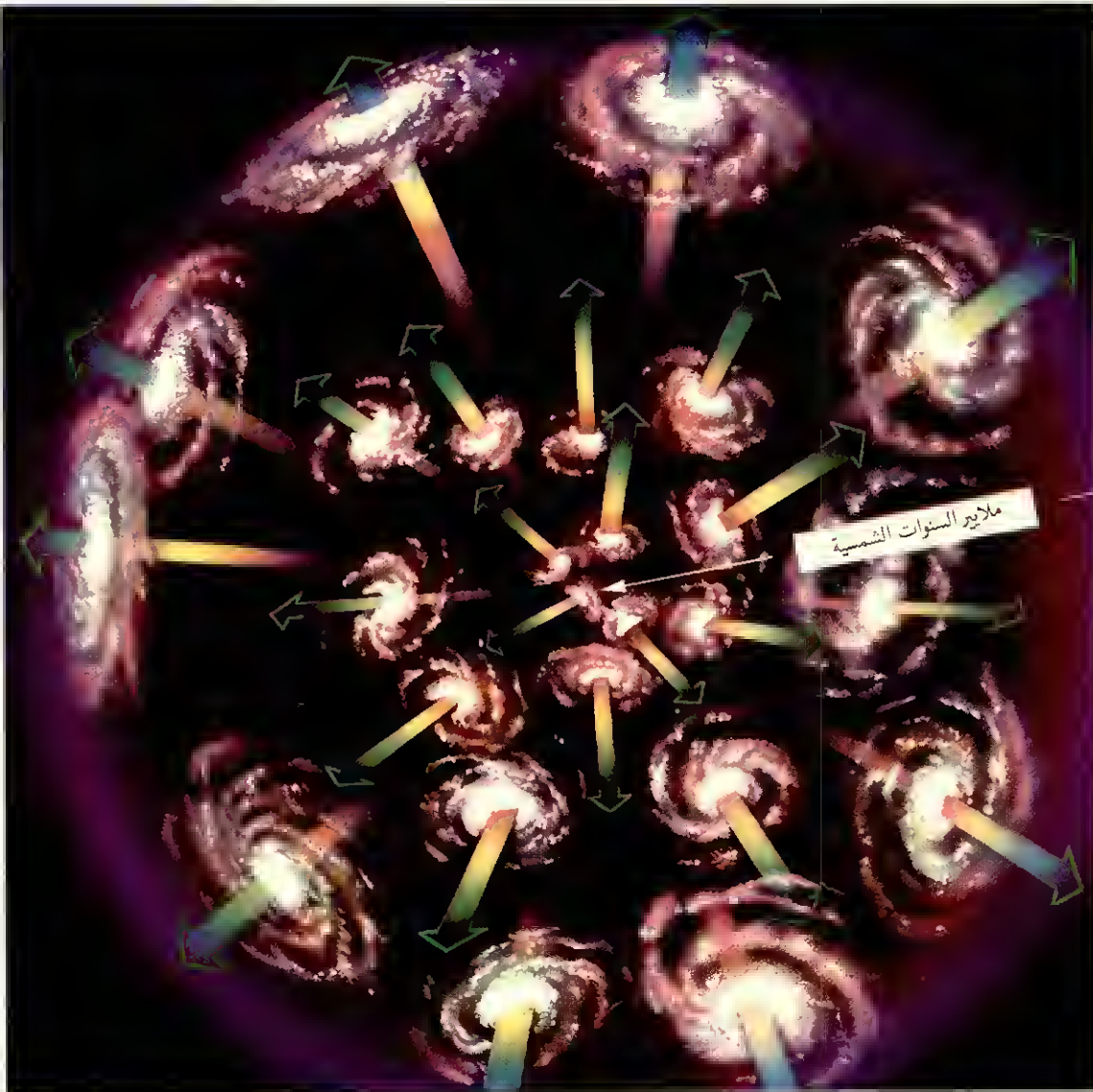


كيف نشأت  
المَجَرَّات؟

# أصل الأجرام

الفضاء بكيفية مُوحدة. أمّا الإِوَالِيَّة، التي كانت بدايةً لتطوُّره فهي بكلِّ بساطة، ظاهرة الجاذبية التي بِمُوجِبِهَا تَتَجَذَّبُ الذَّرات بعضها نحو بعضٍ. ولم يكن بمقدور خليط غازي بتلك الصَّخامة أن يبقى محتفظاً باستقراره لمدة طويلة، فَمَا لَبِثَتْ أن تحكَّمت فيه سيرورة «التَّغْلِبِ الانجذابي». وذلك لكون ذَّرات الهيدروجين كانت ذات

يسود الاعتقادُ في أوساط العلماء، أن العالم في بداية خَلْقِهِ لم يكن يتوفَّر على الشَّكل والبنية والخصائص التي يوجَدُ عليها الآن. ولكنّه قد بلغ هذه المرحلة بعد سلسلةٍ من التَّغْيِرات والتَّشكُّلات التي بدأت سيرُورتها منذ ما يناهزُ عشرة ملايين من السنين. وقد كان هذا الكون في بدايته على شكل خليطٍ غازيٍّ هائلٍ من الهيدروجين وموزَّع في





## ما هي الذرة؟

إن كل الأجسام تتكون من مجموعات صغيرة من المواد القارة المعروفة بالجزيئات أو الذرات. وهذه الجزيئات نفسها تتكون من جسيمات دقيقة الحجم تُعرف بالذرات. والذرة ذات حجم دقيق جداً لا يمكن لأي جهازٍ لحد الآن أن يكتننا من رؤيته.

ورغم دقة حجمها فالذرة تتوفر على نواة ذات قطر يصغر الذرة نفسها بآلاف المرات. والذرات التي تتكون منها المادة لا تتصل فيما بينها. لأن هناك مجالات بيّدرية تسمح لها بالاحتفاظ بالحركات الارتجاجية التي تصدر عنها.

والجزيئات نفسها لا تتصل فيما بينها لأنها كذلك تنعزل عن بعضها بالمجالات البيّدرية مما يتيح لكل الأجسام أن تتقلص وتتمدّد. ويقل عدد المجالات البيّدرية في الأجسام الصلبة والسائلة بينما توجد بوفرة في الأجسام الغازية.

وتخضع الجزيئات الى الطاقة الحركية حيث تقوم كذلك بحركات خاصة، ذلك أنه إذا قمنا بتسخين جسم صلب، فإن سرعة جزيئاته تتضاعف الى ان تنتهي الى تراكب بعضها فوق بعض. مما يجعل الجسم يتحول من حالة الصلابة الى حالة السيالان. وإذا ضاعفنا درجة الحرارة أكثر من ذلك فإن المجالات البيّدرية، يتضاعف عددها الى ان يصير الجسم السائل جسماً غازياً. واثناء عملية التبريد تكون الظاهرة عكسية.

### ذرة الهيليوم



حركات غير متساوية؛ فبعضها كان مُتسماً بالسرعة والبعض الآخر بالبُطء. وهكذا تشكّلت تكاثفات محلية تناثرت أصغرهما في الفضاء لكون الانجذاب المتبادل للذرات لم يكن كافياً لضمان استقرارها. في حين استقرت التكتّفات الكبرى، باعتبار أن الجاذبية التي تُمارسها على الذرات المعزولة جعلتها تكبر حجماً وتضخم إلى أن بلغت المقاييس التي هي عليها اليوم.

وقد ساهمت حركية الذرات الصادرة عن الطاقة الانجذابية في ارتفاع درجة حرارة الأجرام الأولية. كما أخذت بداخل تلك الأجرام بحركات اضطراب تولدت عنها حركة دوران بطيء. وكان ذلك في المرحلة الثانية من تطوّر الكون.

واستغرقت آخر مرحلة من مراحل تكوّن وتشكّل الكون عدّة مئات من ملايين السنين. وقد أصبحت الأجرام الأولية على شكل كرات غازية، تبلغ أشعتها الضوئية آلاف وشيئا فشيئا بدأت في التقلص بفعل الحرارة المشعة والتبريد المتعاقبين. ثم سرعان ما بدأت تتضاعف سرعة دورانها تدريجياً.

وأما شكل الأجرام الدائري، فقد بدأ في التسطح التدريجي إلى أن استقر على شكل قرص يمتد من المناطق الاستوائية على شكل حلقة غازية جدّ واسعة تنبسط حسب الدوران.

واعتماداً على هذا التصوّر، يعتقد الفلكيون أن الأجرام والكواكب التي نعرفها، لم تتشكل كلها في نفس الفترة ولكنها تُمثل في تكوّنهما مراحل مُتلاحقة من سيرورة تطوّر دوري ومنظم.

وهكذا، يرون أن الكواكب الحلزونية الشكل، أخذت عهداً في تكوّنهما من الأجرام الدائرية، وأن الكواكب المفتوحة الأذرع، أقل من تلك التي تتوفر على أذرع مُثنية. وإذا قمنا بتحليل الأجرام، حسب المادة الكونية التي تشكّلت منها، يمكن تصنيفها كالتالي: فهناك أجرام نجمية مكونة من تجمّعات هائلة من النجوم، وهناك أجرام منتشرة مكونة من اختلاطات الغاز والغبار الكونيين، وهناك أجرام كوكبية مكونة من كرات غازية تحتوي في مركزها على نجمة.

أما النظام الكوكبي الذي نعيش فيه فيوجد بين أجرام

هذا الرسم التبياني يمثّل حركة تباعد السُدُم بفعل امتداد الكون واتساعه.

## لماذا تتفاوت المجرات؟

المَجْرَة التي تحتوي عليها مجموعة الأجرام الكوكبية. وتُعرف المجرة في اللغات اللاتينية بـ «الطريق اللبني» (Voie lactee) وهي تسمية أُخذت عن أسطورة شعبية مفادها أن المجرة تكونت من بعض قطرات الحليب المتساقطة من فم هيرقل أثناء رضاعه من «جونون». ولم يتوصل الفلكيون إلى إدراك حقيقة تكون المجرة، إلا بعد اكتشاف المنظار الفلكي الذي ظهر بفضلها أنها في الحقيقة مكونة من عدد هائل من الكواكب والتجمعات. ونظراً لكثرتها وتجمعها، فهي تظهر للعين المجردة على شكل سحابة كثيفة ومتماسكة.

والمجرة عبارة عن مجموعة من الكواكب والتجمعات يصل عددها مائة ألف، ولا يُرى منها بالعين المجردة سوى ٣٠٠٠، وهي على شكل قرص مسطح ذي مركز مُقْتَبب و يبلغ قطره حوالي مائة ألف سنة ضوئية.

وبالإضافة إلى الاختلافات الكوكبية، تحتوي المجرة كذلك على عدة سُدم دُنياً تُعرف بالسُدم المَجْرِيّة، وهي صنفان، فمنها السُدم الضوئية المكوّنة من الغازات المُضيئة

أنواع المجرات ثلاثة :

مجرات لولبية، ومجرات ذات لولب مُرتب ثم مجرات إهليلجية. وهناك من يرى أن المجرات تتغير شكلها إلى أن تصبح كلها إهليلجية.



## كيف نشأت النجوم؟

الأرض بعدة ملايين سنين ضوئية. ومجموع المجرات يُكوّن العالم أو الكون الذي يشمل أنظمة شمسية أخرى.

### النجوم

تظهر لنا النجوم صغيرة جداً وكأنها نُقْط مُتساوية الحجم، والحقيقة أنها كتل ضخمة من المادة المُتوهجة والمُعلّقة في الفضاء والمُتباعدة فيما بينها بمسافات خيالية. ويعتقد الفلكيون أن النجوم تتفاوت من حيث عُمرها وأن مُدة حياة أغلبها تتراوح بين ١٠ و ١٢ مليار سنة.

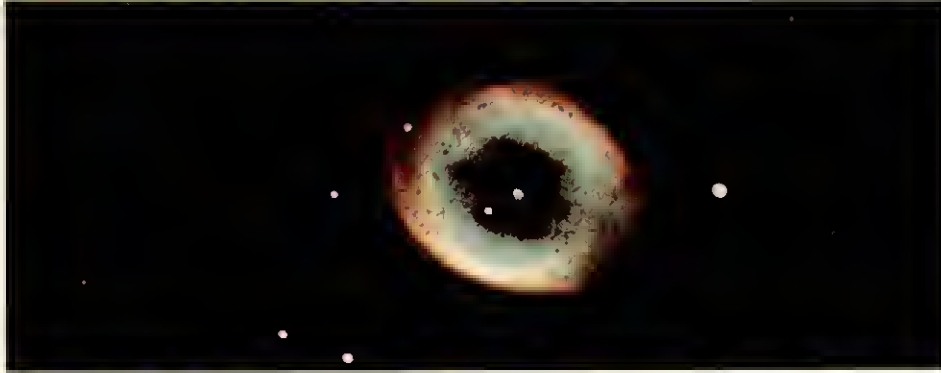
والهيدروجين هو المادة الأساسية التي تستهلكها النجوم، كوقود لإصدار الطاقة. وبالتالي للبقاء على الحياة. وكلما تقلص استهلاكها من الهيدروجين كلما طال بقاؤها.

المنذرة ومنها السُدُم المُظلمة والمُكوّنة من غبار دقيق وذّاكين يُحول دون رؤيتها للنجوم الموجودة حلقها. وقبل معرفة حقيقة وطبيعة السُدُم الموجودة خارج المجرة، كان يُعتقد أنها مُكوّنة من خليط غازي بالغ الندرة، إلا أن طبقها الذي يُشبه طيف الاختلاطات الكروية، مكّن من التأكّد من طبيعتها الكوكبية.

وتقع إحدى هذه السُدُم، في كوكبة أندروميد، ويمكن تمييزها بالعين المُجرّدة. أما السُدُم البعيدة فهي تبعد عن

سديم ثلاثي الشقوق في برج القوس  
سديم ذو حلقة في برج السر الواقع  
المجرة الحلقيّة الكبرى أندروميد، بدون استعمال  
التليسكوب لا تظهر لنا إلا على شكل بياض باهت.

مجرّتا كلاب الصيد. إن الخط الضوئي الطويل بين  
المجرّتين والذي يظهر وكأنه امتداد لأحد أطراف اللولب،  
يمكن بالتفاعل القوي الذي يمارسه النظامان الكوكبيان  
على بعضهما البعض.



## ما هي السَّنة الضَّوئية؟

## ما الذي يميّز النّجمة القطبية عن غيرها من النجوم؟

والنجوم التي يمكن اعتبارها حديثة السن هي تلك النجوم المُرَزَّقة، المُتواجدة بين حلقات المجرة اللولبية، أما النجوم الأخرى وهي الصفراء والمتوردة فهي توجد في مختلف أرجاء الفضاء.

وانطلاقاً من هذه المُسلّمات، يفترض الفلكيّون أنّ النجوم تتولّد عن السحب الكونية، التي قد يبلغ بها ثقل وزنها درجةً تنكسر فيها وتتوزّع إلى نويات.

وبفعل انضغاط المادة، ترتفع درجة حرارة تلك النويات إلى أن تصدر عنها تفاعلات نووية، وتتوقّف الكُرة الجديدة آنذاك عن التقلّص مُنتجةً طاقة مُعينة، وهكذا تولّد نجمة جديدة.

ويبدو أن النجوم تطلع من الشرق لتغرب جهة الغرب، وهذا مجرد وهم بصريّ تسببه حركتنا دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس. وبفضل الرّاصدات الحديثة والتحليل الطيفية، تمكن العلماء من التحقق من كون النجوم تتحرّك في الفضاء، وحركتها لا تكاد تظهر من سطح الأرض. وقد تبدو لبُعد المسافة التي تفصلنا عنها بطيئة

وقصيرة. بينما هي في الواقع حركات بالغة السّعة وذات اتجاهات مُحدّدة.

و يستعمل العلماء وَحدة «السنة الضوئية» للحديث عن بُعد النجوم والمسافة الفاصلة بيّتها وبين الأرض أو فيما بيّتها. و «السنة الضوئية» هي المسافة التي يقطعها الضوء في السنة الواحدة. وإذا سلّمنا بأن الضوء يسري ويشتت بسرعة ٣٠٠٠,٠٠٠ كلم في الثانية، فالسنة الضوئية تعادل ٩ تريليونات ونصف من الكيلومترات (التريليون يساوي مليون مليون).

واقرب نجمة إلى الأرض. إذا استثنينا الشمس، هي القطبمان أو العيُوف، وهي تبعد عن الأرض بأربع سنوات ضوئية. وتليها نجمة «التسر الواقع»، وتبعد عن الأرض بأربع وعشرين سنة ضوئية. أما النجمة القطبية فتبعد عن الأرض ٤٠٠ سنة ضوئية.

وقد قدّر الفلكيّون كذلك الحجم الحقيقي للنجوم اعتماداً على نُورانيّتها وعلى المسافة التي تفصلها عن الأرض. فهناك نجوم عملاقة ونجوم قزمة ونجوم تحت

## الحركات الظاهرة للنجوم

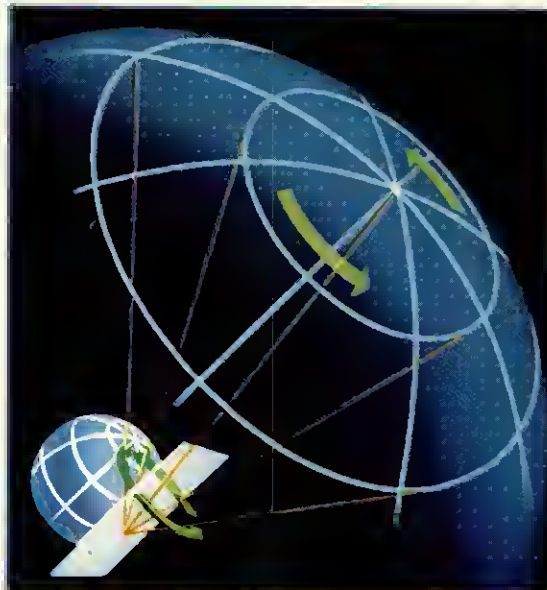
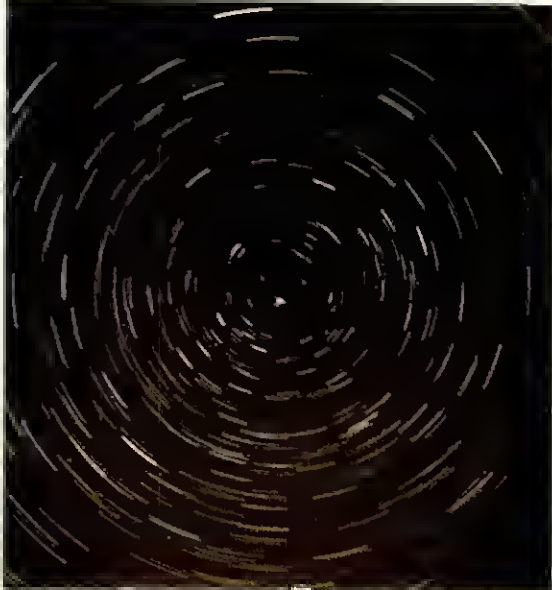
إن حركة دوران الأرض تجعل النجوم تُظهِر وكأنها تُتَنَقَّل في السّماء مُتَبِّعةً مسالك دائريةً يمثل قُطباً السّماء مراكزها.

والنجوم الدائرية هي التي تكون أكثر قرباً من قطبي السّماء. وهي تقع دائماً فوق خط الأفق. وخلال النهار يحول ضوء الشمس دون رؤيتها بالعين المجردة. وبالعكس فإننا

نتمكن من رؤية النجوم الأكثر بعداً والتي تظهر في الأفق الشرقي وتغيب في الجهة الغربية.

والقطبان الشرقي والغربي هما النقطتان الوحيدتان في الكرة الأرضية اللتان لا يمكن أن تُشاهد فيهما إشراق وغروب النجوم فهي تتبع خلال الليل مساراً من الشرق إلى الغرب موازياً لخط الأفق.

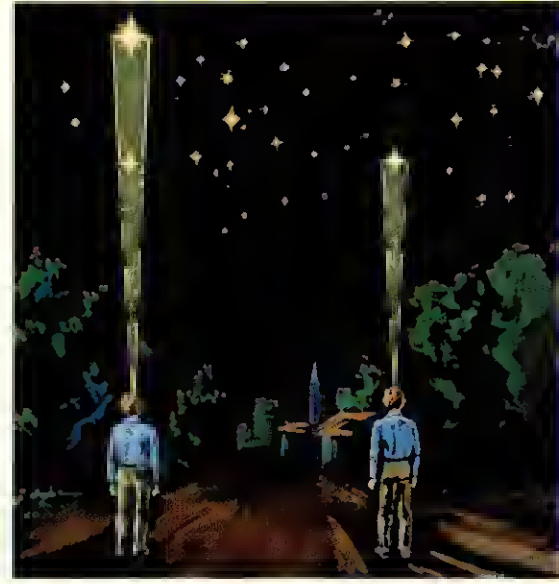
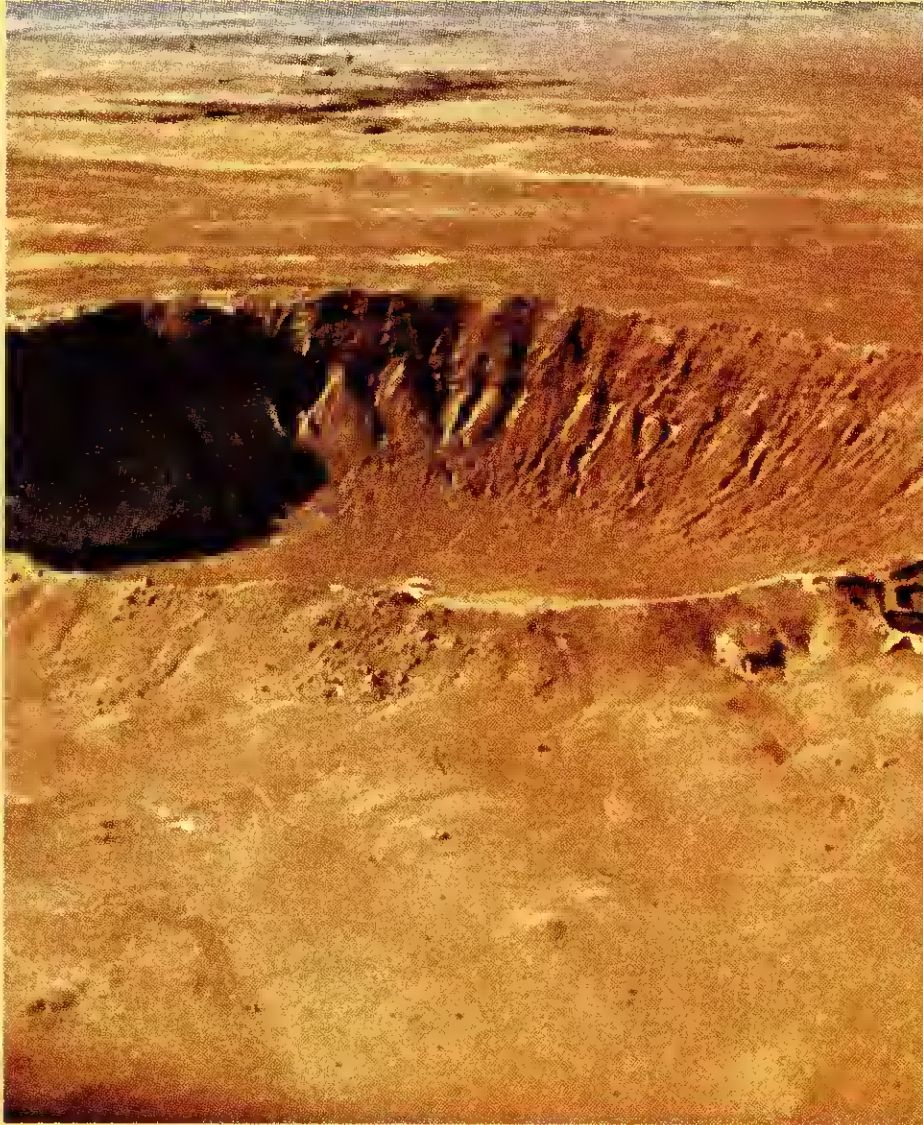
وبالمقابل، ففي خط الاستواء يمكن أن نلاحظ أن





## لماذا توجد النيازك؟

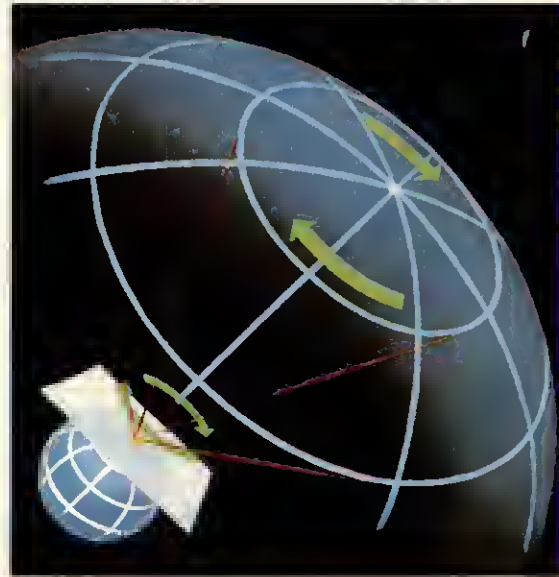
غالباً ماتراني لنا في القبة السماوية سحب ضوئية،  
تعرف بالنيازك أو الشهب. والنيازك هي عبارة عن قطع  
نجمية صلبة مُتَوَهِّجَة بؤلوجها الفضاء الأرضي. وذلك بفعل  
اتصالها بغازاته، وهي تظهر لنا على شكل كُرات نارية  
مُتَوَقِّدَة. وهي تبدو وكأنها مائلة الى السقوط ولذلك تسمى  
بالرُّجَم. وقد تسقط على الأرض تلك القطع التي لا تحترق  
نهائياً. وتعرف بالأحجار النيزكية أو النشابات، وهي أحجام  
ضخمة قد تخلف على سطح الأرض حفراً كبيرة على  
شكل قُوهات البراكين. ومن أشهر هذه الحفر قُوهة نشاب  
أريزونا بالولايات المتحدة. و يبلغ قطرها حوالي ١٥٠٠ متر  
وعمقها ١٩٦ متراً، وقد نتج عن سقوط حجر نيزكي كبير  
الحجم يظهر أنه لازال مستقراً في قاع الحفرة على عمق  
١٢٠ متراً من مستوى قعر القُوهة.



إن هاتين النجمتين مختلفتان من حيث نَوَازِيَّة كل  
واحدة منهما. فَنَوَازِيَّة النجمة الكبرى تعادل قُوَّتُها ضعف  
نَوَازِيَّة الصغرى. ومع ذلك فالتجمتان تظهران بنفس  
اللمعان لأن النجمة ذات النور الأَوْفَر مَبْتَعِدَة بمسافة كبيرة  
عن الأخرى.

جميع النجوم تُشْرِق وتغيب تعامداً مع خط الأفق، وتبقى  
غير مَرِّيَّة خلال مدة اثني عشرة ساعة بالضبط.

هذه الرسوم تُبَيِّن جيداً أنه في القُطب الشمالي، نعاين  
التجوم وهي تنتقل في خط متوازٍ مع خط الأفق، بينما  
نلاحظ أنها تنتقل فوق خط الاستواء في خطٍ متعامد  
بالنسبة لنفس الخط، ويتغيَّر مظهر القبة السماوية بمجرد أن  
نتنقل في اتجاه خط العرض.



## ما هو حجم النجوم؟

القرمية.

وعند المُعاينة المُتأنّية لبعض النجوم ذات الحجم الكبير كالشعري واليمانية ومنكب الجوزاء، يمكن ملاحظة أن الكواكب لا تتوقّر كلها على نفس اللون. فالشعري اليمانية نجمة بيضاء مزرقّة ومنكب الجوزاء مُورّدة اللون بينما النجمة القطبية بيضاء. ويحدّد لون النجمة بدرجة حرارتها الخارجية، تماماً كجمرة نار حين تكون باردة تتخذ لوناً رمادياً، بينما يكون لها بالتتابع لون أحمر صاف ثم لون أبيض مُتوقّد حين تكون متوهجة. وهناك نجوم باردة لا

تراها العين ونجوم حمراء مائلة إلى اللون البرتقالي وتبلغ حرارتها ٣٠٠٠ درجة، وهناك أيضاً نجوم صفراء ومنها الشمس التي تبلغ حرارتها ٦٠٠٠ درجة، ونجوم بيضاء كالشعري اليمانية والنسر الواقع وتصل حرارتها إلى حوالي ١٠,٠٠٠ درجة. وكلما ارتفعت حرارة النجمة كلّها مال لونها إلى الأزرق الكادر.

وقد مكّنت الشحالييل والدراسات المُعاصرة حول الضوء المنبعث من النجوم وأطيافها من تقدير وقياس درجة الحرارة واللون والتورانية والبعد والحجم المُطلق والتركيب

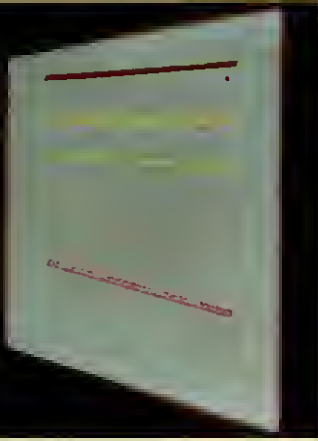
## تحليل الأطياف السّماوية:

مفعول دوبلر : إن الحركة الأصلية للنجوم تجعل الفضاء الذي توجد فيه الموجات المُرسّلة يتغيّر كما يتغيّر طول موجات الاشعاع نفسها. ومن اهداف الفِلاكة، معرفة بنية النجوم وأصلها وتطورها. وبالمطياف (منظار التحليل الطيفي) نتمكن من تحليل نور النجوم والحصول على عدة معلومات بشأن ظواهرها.

والصورة الطيفية تؤخذ عن طريق جعل شعاع ضوئي يخترق مُوسوراً. وتحليل الخطوط السوداء التي تفصل بين الأشطرّة المكونة التي تتراوح ألوانها ما بين الأحمر والبنفسجي، يمكننا من التعرف على الطبيعة الكيميائية للمواد المكوّنة للنجوم وعلى ظروفها الفيزيائية. وبالفعل فالخطوط السوداء للأطياف الضوئية، تناسب الخطوط المنيرة التي يتمّ الحُصول عليها في مختبر حول الأطياف المنجزة خلال تبخر المواد الكيميائية.

ويمكّن وضع الخطوط وتنضيدها من معرفة نوعية

## لما تلمع بعض النجوم أكثر من غيرها؟



الذرة التي ترسل نوراً معيناً. وانطلاقاً من عرض الأشطرّة المكونة يمكن قياس حرارة سطح النجمة. ووفق القوانين الفيزيائية فإن جسم ما حين يتم تسخينه بشكل متكرر، يرسل ضوءاً أحمر ثم يتناقص طول موجته تدريجياً ويميل لونه إلى الصفرة والزرقة وهوما يعرف بقانون وين Wien.

وعليه، يمكن الاستنتاج أن النجوم الحمراء هي تلك النجوم ذات الحرارة المُخفضة على السطح بينما النجوم الزرقاء تكون حرارتها أكثر ارتفاعاً.

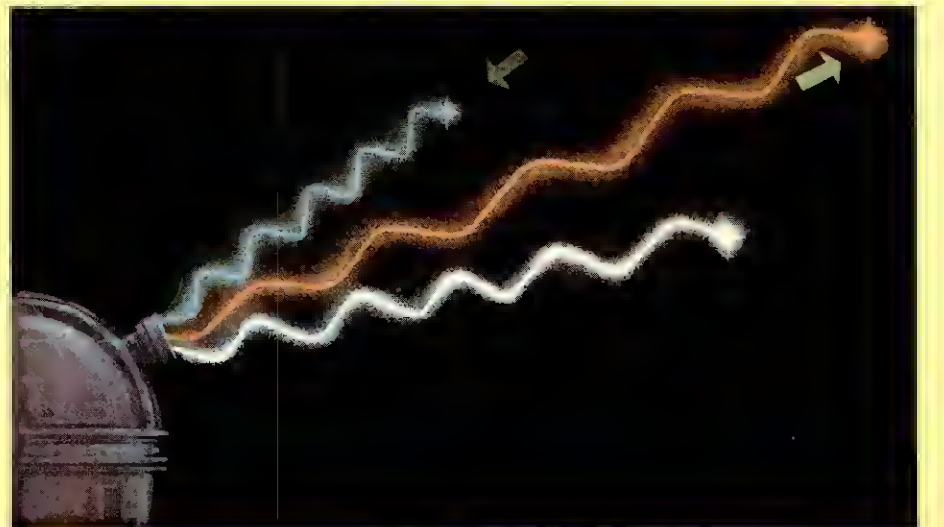
## حركات النجوم

يوفر تحليل الصّور الطيفية كذلك مُعطيات ومعلومات حول الحركات الحقيقية للنجوم.

وتظهر النجوم ثابتة نظراً للمسافة الطويلة التي تفصلها عن الأرض، غير أنها في الواقع تؤدي حركات تكون أحياناً بسرعة ومختلفة بعضها عن بعض. ولا يمكن اكتشاف

## مفعول دُوبلر:

بفضل حركات أصلية يتغيّر الفضاء المحتوي على الموجات المُرسّلة كما يتغيّر طول هذه الموجات نفسها.





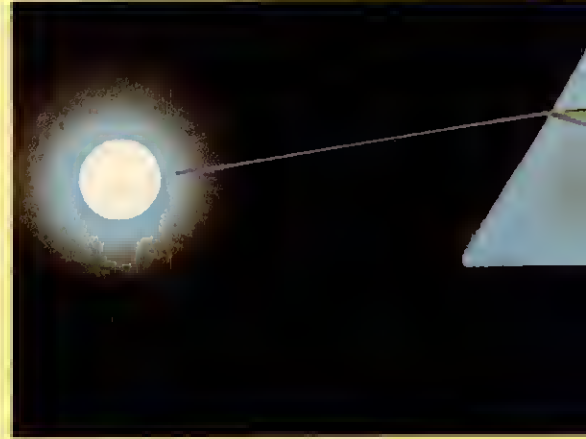
الكيميائي للنجوم. وهكذا اكتشف الفلكيون أن ٩٢ عنصراً كيميائياً من العناصر المعروفة على الأرض حاضرة كذلك في النجوم.

وبالإمكان أن نلاحظ في السماء ظاهرة النجوم الجديدة، إذ يظهر للعين المجردة تلاًلٌ ووميض نجمية كانت خفية ثم شيئاً فشيئاً تستعيد نورانيته الطبيعية. وقرن هذه الظاهرة إلى انفجار كوكب أو ولوج كتلة نجمية في سديم.

وقديماً كان الاعتقاد سائداً أن النجوم الجديدة كانت

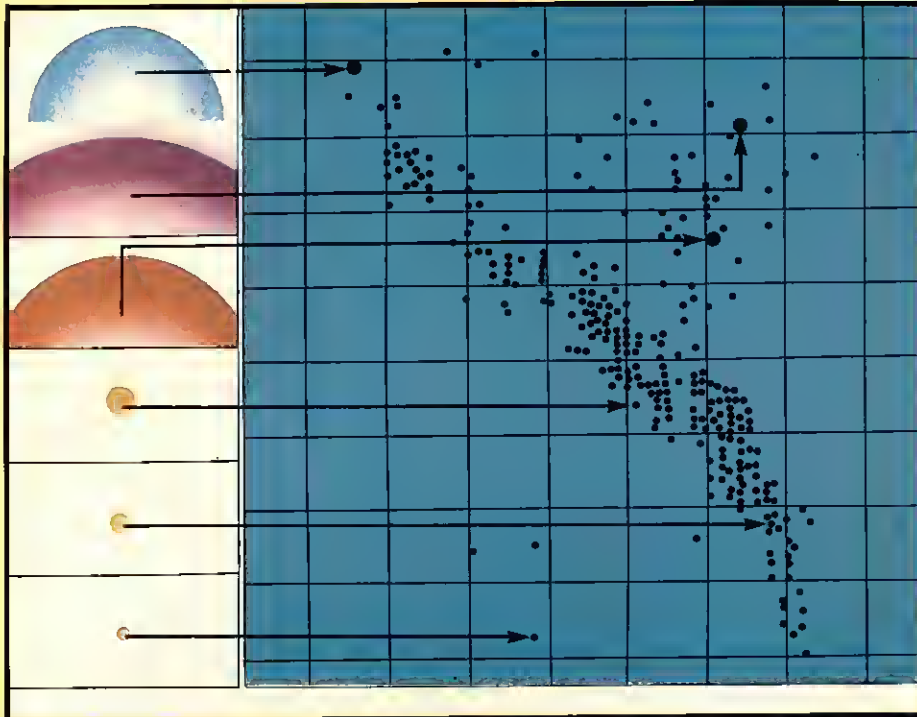
تنتج عن اصطدام نجمتين وهذه الفرضية خاطئة. إذ أن الفضاء من السعة بمكان بحيث يندر أن يشهد اصطدامات من هذا النوع. ويرجع الاشتعال المُباغت لنجمة جديدة إلى نوع من الاضطرابات الحاصلة داخل النجمة ذاتها.

ويمكن القول إن ٨٠٪ بالمئة من نجوم المجرة نجوم مُزْدَوِجَة. وهي نجوم تشري مثنى مثنى، وتدور النجمة الصغيرة حول النجمة التي تكبرها حجماً. وغالباً ما يقترب عنصرا النظام المُزدوج من بعضهما إلى درجة تشويبهما معاً بفعل قوى الجاذبية، كما يُمكنهما أن يدخلَا



في الرسم الأيمن يظهر لرسم التخطيطي هيرتز-سرونغ - روسيل المعروف في العالم بحرفي (H.S) هـ-س). وقد تبلّورة العالمان في نفس الفترة، أولها في أوروبا وثانيهما في الولايات المتحدة. وذلك لتصنيف النجوم حسب نورانيتهما بالنسبة للشمس.

نلاحظ في الرسم التبياني أن أغلب النجوم يوجد في منطقة معينة تحمل اسم «المُتَالِيَة الأساسية» وتمثل الشمس نموذج الأول فيها.



ومعينة هذه الحركات الا بواسطة التحليل المطيافي. ويتم قياس الخطوط الطيفية التي ترسلها عناصر كيميائية تُوجد في النجوم ويمكن مقارنتها بالخطوط التي تبعث من نفس العناصر أثناء تحليلها في مختبر. وإذا اقتربت نجمة ما من الأرض فإننا نلاحظ أن لون ضوئها مُزَرَق. وبالمقابل، إذا كان مصدر الإرسال بعيداً عن الأرض، حيث يتضاعف طول الموجات، فإن لون الضوء يكون آنذاك مُحَمَرّاً. وفي ميدان الكيمياء تعرف هذه الظاهرة بمفعول «دوبلر».

وبالإضافة إلى ذلك، فإن دراسة الحركات الحقيقية تمكن كذلك من معرفة ما كان عليه مظهر السماء في الماضي، وما يمكن أن يكون عليه في المستقبل.

## المُذَنَّبَات :

في العصور القديمة كانت المذنبات (الأنجم ذوات ذَنَب) تُعتبر من دلائل الشُّوم. وهي عبارة عن أجسام سماوية غريبة ذات تحركات مدارية إهليلجية حول الشمس. والمذنبات الموسمية تظهر في أزمنة متفاوتة بينما المذنبات غير الموسمية تغيب بصفة نهائية وفي هذه الحالة يكون مدارها مكافئاً. وتوجد بمركز المذنب نواة مضيئة يتراوح قطرها بين

كيلومتر. وتحيط بهذه النواة طبقة متألثة تُعرف بالذَّيْل تمتد على شكل ذَنَب قد يصل طوله ٣٠٠ مليون و يتخذ اشكالاً غريبة، حيث يكون تارة رهيماً ومنتظماً، وتارة أخرى مفتوحاً وذا شكل مِرْوَحِي هائل.

صورة للمُذَنَّب «وِيسْت» التقطت بتاريخ ٦ مارس ١٩٧٦.







في سَيْرورة يُنْزَعَانِ عَنْ بَعْضِهِمَا الْبَعْضُ الْمَوَادِّ الْمُكَوَّنَةُ لَهَا.

وَتَوْجَدُ كَذَلِكَ نُجُومٌ مُتَغَيِّرَةٌ التَّوَرَانِيَّةُ، وَيَرْجِعُ ذَلِكَ إِلَى أَسْبَابٍ دَاخِلِيَّةٍ. وَتَضَاعُفُ نَوْرَانِيَّةُ النَّجْمَةِ بِانْتِظَامٍ ثُمَّ تَبْدَأُ فِي التَّقَلُّصِ. وَتُبْرَزُ دَرَاةُ الْمَفَارِقِ الطِّيفِيَّةِ أَنَّ الْخَذَّ الْأَقْصَى لِلنَّوَارْنِيَّةِ يَنْسَاقُ تَكْبِيرًا لِلنَّجْمَةِ بَيْنَمَا حَذُّهَا الْأَقْصَى يَنْسَاقُ تَقَلُّصًا. وَتَعْرِفُ هَذِهِ التَّجُومُ بِالنَّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ الْمُتَدَبِّذَةِ وَلَا يُعْرِفُ لَحْذَ الْآنَ، السَّبَبُ الْحَقِيقِيُّ لِاهْتِزَازِهَا. وَيَشَاهِدُ الْفَلَكَائِيُّونَ فِي الْقَبَةِ السَّمَاءِيَّةِ الزَّرْقَاءِ أَشْيَاءَ

الرَّسْمُ أَعْلَاهُ، يُبَيِّنُ حَرَكَةَ النُّجُومِ الْمَزْدُوجَةِ.

فِي الرَّسْمِ أَعْلَاهُ تَمَثِيلٌ لِحَرَكَةِ النُّجُومِ الْخَاصَّةِ: إِحْدَى هَذِهِ النُّجُومِ تَدُورُ حَوْلَ الْأُخْرَى، بَيْنَمَا تَنْتَقِلُ الْإِثْنَانِ مَعًا فِي السَّمَاءِ. وَتَسْتَغْرِقُ الدَّوْرَةُ خَمْسِينَ سَنَةً.

وَتُظْهِرُ حَرَكَةَ دَوْرَانِ النُّجُومَيْنِ وَاضِحَةً حِينَ نَتَخَيَّلُ أَنَّ مَرَكِزَ انْجِذَابِ هَذَا النِّظَامِ الْمَزْدُوجِ مُسْتَقَرٌّ: آنَذَاكَ نَلَاخِظُ أَنَّ النُّجُومَةَ الْكُبْرَى هِيَ الَّتِي تَدُورُ دَائِمًا حَوْلَ النُّجُومَةِ الْأَصْغَرِ مِنْهَا حِجْمًا.



وظواهر أخرى ذات أهمية قصوى، مثل المذنب (نجم ذو ذنب) والرجم والنيازك.

والنيازك، هي عبارة عن أجسام سماوية تتكون من نواة ساطعة ينطلق منها ذنب تشكله أساساً مادة غازية.

أما الرُّجُم، فهي ليست نجوماً حقيقية ولكنها أجسام سماوية تُعرف بالنيازك وهي في الواقع شذرات من الصخور.

ومادامت الأجسام السماوية، معلقة في الفضاء البينستاري (بين النيازك) فهي لن تسقط، ولكنها حين تجذبها الأجواء الأرضية، فإنها تهوى من أعلى ولذلك تُسمى بالنجوم السَّيَّارة أو الرُّجُم أو النيازك. وأغلب هذه القطع الصخرية ينتهي بها المطاف إلى الانسحاق الذي لا تُنجو منه في بعض الأحيان سوى القطع الضخمة التي تجري نحو الأرض مُخلِّفة عند وقوعها ثقباً واسعاً.

## الكواكب

إن التجوُّم مُتتاترة في الفضاء اللامحدود دون أن تخضع إلى نظام وترتيب محددين. فبعضها مُتقارب والبعض الآخر بعيد جداً. وإذا قمنا برسم خطوط خيالية تصل بين نُقطتها فإننا سنحصل على رسوم غريبة. وهذه الرسوم هي المُظهرة لشكل كواكب النجوم المُختلفة، وقد ألهم الشكل المُميز لكل كوكبة الأقدمين صوراً للحيوانات والأشياء والشخصيات الأسطورية. ويبلغ عدد كواكب الشمال ثمانين كوكبات وأشهرها كوكبة «الذئب»

«الأكبر». وهي مُكوَّنة من سبعة نجوم، أربع منها تمثِّل المركبة والثلاثة الأخرى مترابطة على شكل عريش. أما «كوكبة» «الذئب الأصغر» فتشمل بدورها سبعة نجوم تمثِّل مركبة صغيرة وتُعرف آخر نجمة في عريشها بالنجم القطبي وهي أقرب نجمة إلى القطب الشمالي المُتد نحو السماء. ونجمة القطب هذه هي التي تدلُّنا على جهة الشمال ولذلك فهي ذات أهمية بالتسبة للملاحين والبحارة الذين يستدلون بلمعانها على وجهتهم حين يتجهون في البحار.

ويبلغ عدد الكواكب الجنوبية ٤٨ كوكبة. ونذكر منها على سبيل المثال كوكبة الجبار المستعملة كذلك في الاستدلال عن الاتجاه وكوكبة العيوق (أو الظلمان) وكوكبة الكلب ثم كوكبة «صليب الجنوب». وفلك أو منطقة البروج الذي اشتق اسمه اللاتيني (زودياك) من اللغة اليونانية معناه «طريق الحيوانات». يتكون من اثنتي عشرة كوكبة وهي: الحمل والشور والتوأمان والسرطان والأسد والعذراء والميزان والقوس والجدي والدلو والحوت. وتُنظَّم الكواكب على شكل دائرة طول الطريق الكوكبي الذي تقطعه الشمس بكيفية ظاهرة وهي تدور حول الأرض. وتتلاقى هذه الكواكب بفواصل مُنظمة إلى حدٍّ ما، بحيث تُشاهد تعاقبها في السماء بمعدل كوكبة في الشهر بدءاً بكوكبة الحمل التي تظهر يوم ٢١ مارس وانتهاء بكوكبة الحوت.

منذ قدم بصور ورسومات يستلهم الكواكب في خياله ويعبرها دوائر وعناوين مستمدة من الحياة اليومية. فكان يرسمها بحسب تدهن الشمس وحرب وبغسله المعيشية كمرغاة والصيد وغيرها. وبعد هذه الألفة والتعريفية، وقد قدّموا بقدمون رسم خطوطهم وعلمهم من نجومهم أكثر معاً ليستبقوا صوراً لآلهة ولا حيو - الأسطورية وقد سُمي هذه الرسوم كوكبات السحود. ومن أهم الكوكبات شمسية كوكبة «الذئب الأكبر» والذئب الأصغر.

وأخر نجمة في عريش الذئب الأصغر هي نجمة عطارد التي تُستعمل في الاستدلال على الاتجاه كونه تقع في النقطي نقطة شمالية في السماء. ولكي يتم الوقوف عليه يكفي من المجال البصلي بين النجمين خفيتين في كوكبة الذئب الأكبر.





لماذا كان الأقدمون  
يقدمون الشمس؟

# الشمس

تُعتبر الشمس الكوكب الرئيسي في النظام الشمسي، وهي النجمة التي تبرز بجلال وتسطع من بين الكواكب الأخرى مما جعلها تحظى بالعديد من الدراسات والأبحاث الفلكية وغيرها. وفي العصور القديمة كانت رمز القوة والبهاء حتى أن البعض كان يحولها مرتبة الألوهية. وكانت الشعوب البدائية تعتبرها مصدر الحرارة والتور والحياة. ويمكن القول إن الأرض بدون هذا الكوكب

تبقى عرضة للبرد والظلام والفناء. ذلك أن مجمل الحياة التي ينعم بها كوكبنا مرهون بالشمس. ولواقتربت منا أكثر من اللازم أو ابتعدت عنا لتوقفت كل أشكال حياة أرضنا أو أصابها تغيير جذري لا يمكن تصوُّره.

منظر رائع لغروب الشمس، هذا الكوكب الذي يرتبط به وجودنا وحياتنا.





والشمس عبارة عن كُرّة مُشعّة تدور حول نفسها في نفس اتجاه دَوْران الكواكب الأخرى.

وتبَعُدُ الشمسُ عن الأرض بِحوالي ١٥٠ مليون كيلومترا، أي ما يُعادل ثمان دقائق و١٧ ثانية في حساب السنوات الضوئية، ذلك أنّه يَلْزُمُنَا ٥٧ سنة للوصول إليها ممتطين سيارَة تسيرُ بسرعة ٣٠٠ كلم في الساعة.

ولا تُعتبر الشمسُ قريبةً منا إلا بمقارنة المسافة التي تفصلنا عنها مع المسافات البعيدة جداً والتي تفصلنا عن الكواكب الأخرى. أما من حيث حجمها فإن الشمس تُعَدُّ من بين الكواكب المتوسطة، وهي عبارة عن نُقطة صغيرة تائهة وسط المجرّة. وإذا كان قُطر الأرض يُقدَّر بـ

### بعض الأرقام المتعلقة بالشمس :

—	الفطر : ١,٣٩٠,١٧٦ كلم
—	الكُتلة : ٢١٠.٣٠ كلف كتلة
—	حرارة السطح : ٥٧٠٠ درجة مئوية
—	حرارة الغلاف الجوي : ١,٠٠٠,٠٠٠ درجة مئوية
—	حرارة التواة : ٢٥-٢٠ مليون درجة مئوية
—	ضَغْط التواة : ١٠٠ مليار جو
—	مُعْدَل الكثافة : ١,٤٢ غرام / سم <sup>٣</sup>
—	كثافة التواة : ٤٠.١٦٠ غ/سم <sup>٣</sup>

بنية الشمس والطبقات الغازية التي تتكوّن منها:

(١) التواة

(٢) سَطْح الشمس النير

(٣) المُحيط الجوي وتظهر لنا السُّفْع والمقدّوفات الغازية.

١٢,٤٧٠ كيلومترا فإن قُطر الشمس يُقدر بحوالي 1,400,000 كيلمترا، أي ضعُف قُطر الأرض ١١٠ مرة. وإذا اقتربنا من الشمس فانها سوف تَظهرُ لنا وكأنها فُرْن نووي هائل وكُتلة غازية مُتوهّجة يتحوّل فيها الهيدروجين



## ما سِر تَأَلَّقُ نَورَ الشَّمْسِ؟

باستمرار إلى الهليوم على درجة حرارية عالية. وتقدر حرارة سطح الشَّمْسِ بـ ٦٠٠٠ درجة وحرارة باطنها تُفوق العشرين مليون درجة. ولا تتعدى معرفتنا لحقائق وخصائص هذا الكوكب ما يظهر على سطحه، حيث تظهر المادة المكوّنة له على حالتها الغازية. ويجهل كلُّ شيء عن حقيقة باطن الشمس وعن توراتها. غير أنه بالإمكان وَضْعُ رسمٍ تَبَيَّانِيٍّ لِبَيْتِهَا على هذا النحو: فهناك نواة يُحيط بها كلُّ من السطح التَّيَر والمحيط الهوائي أو الجوّ.

فالنواة، هي الطرف الباطني من الشَّمْسِ، وتستحيل رؤيته بالمرقاب أو الرّاصدة. و يُفْتَرَضُ أَنَّ مَادَّةَ النَّوَةِ تُخْضَعُ إلى ضغطٍ يفوق مليار المحيطات الهوائية وأن حرارتها تتعدى ٢٠ مليون درجة.

والسطح التَّيَر أو الكُرَّة الصَّوْنِيَّة، هو سطح الشمس الساطع المُشع بكثافة لأنه يتكوّن أساساً من غاز مُتَأَجِّج. ولا نَسْنَى أَنَّهُ لَا يَجُوزُ مَعَايِنَةُ الشَّمْسِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَوْ

## دَوْرَةُ السَّفْعِ الشَّمْسِيَّةِ:

إن امتدادات وأحجام السَّفْعِ الشَّمْسِيَّةِ تتضاعف وتقلص بصفة دورية. وقد تستغرق الدورة الواحدة حوالي ١١ سنة، إلا أن الدَّوْرَاتِ تَخْتَلِفُ فيما بينها اختلافاً بسيطاً.

فخلال النِّصْفِ الثَّانِي من القرن التاسع عشر، لوحظ وجود عِلَاقَةٍ بين دورة الإحدى عشر سنة الخاصة بالسَّفْعِ الشَّمْسِيَّةِ وبين تَغْيِيرَاتِ زَاوِيَةِ انْحِنَاءِ حَقْلِ الجاذبية الأرضية.

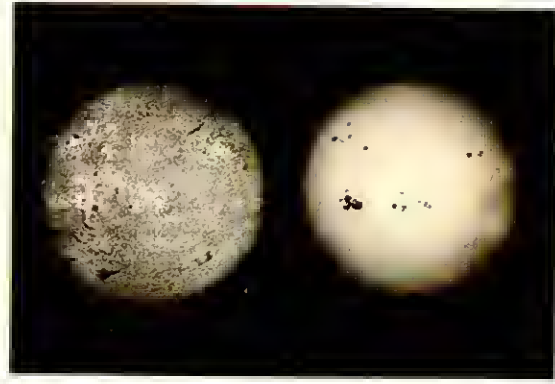
وهذه الزاوية تشمل خطَّ الإِتْجَاهِ الشَّمَالِي السَّنَوِي

## ما هي السَّفْعَةُ الشَّمْسِيَّةُ؟

تظهر النجمة القطبية في طرفه وخط الشمال المغنطيسي الذي يشير إليه عقربُ البوصلة.

وتتغير زاوية الانحراف تغيراً طفيفاً من يوم لآخر. وإذا وَضَعْنَا مَعْدَلاً سنوياً لقيمتها اليومية فسُئْلَا حَظَّ أَنَهَا تَتَغَيَّرُ دورياً كل إحدى عشر سنة.

وقد حاول بعض العلماء ربط علاقة بين دورة السَّفْعِ الشَّمْسِيَّةِ وبين بعض الظواهر الأرضية، مثل مياه البحيرات الكبرى في إفريقيا أو عرض الفواصل الموجودة بين حلقات جدوع الأشجار السنوية. ولكن تلك المُحَاوَلَاتِ لَمْ تَسْتَطِعْ تَأْكِيدَ عِلَاقَةِ التَّفَاعُلِ تلك بصفة علمية.



مقارنة بين الضؤ الأ بيض والضؤ الأحمر في الشمس.

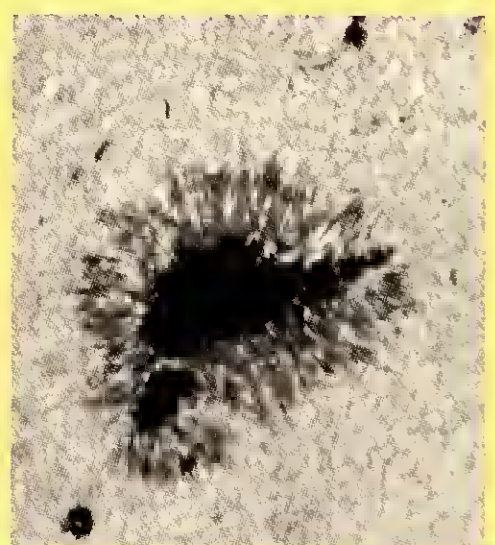
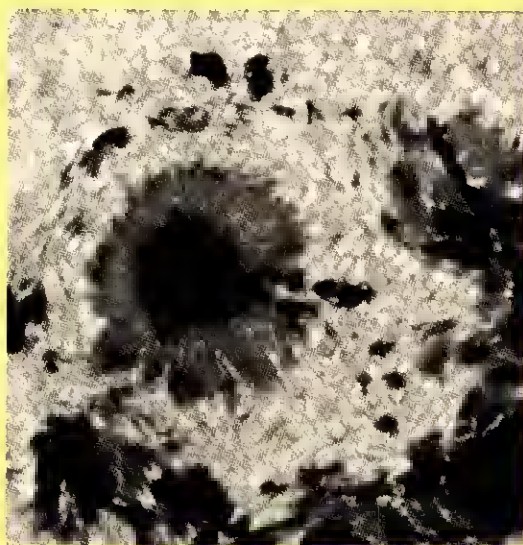
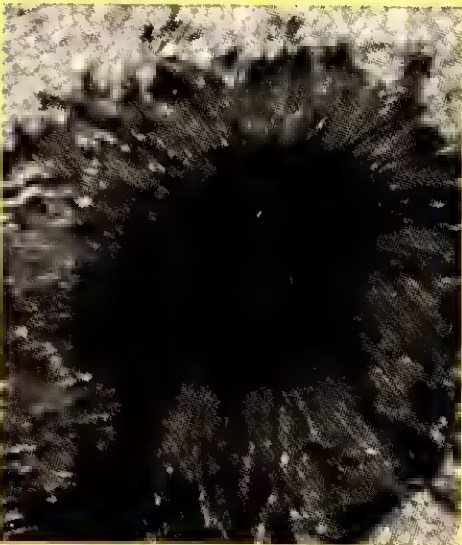
بمنظار فلَكِيّ، لأن ضَوْءَهَا قد يعمي العين لشدّة توهّجها، ويجب اتقاء لذلك استعمال عدسة مُسَوَّدة بدخان شمعة نضعها بين العين وأشعة الشمس.

وقديماً كان الاعتقاد السائد أن سطح الشمس مُتَشَاكِلٌ وأملس ومُتَّجَانِسٌ. إلا أن الأبحاث الحديثة

تظهر النجمة القطبية في طرفه وخط الشمال المغنطيسي الذي يشير إليه عقربُ البوصلة.

وتتغير زاوية الانحراف تغيراً طفيفاً من يوم لآخر. وإذا وَضَعْنَا مَعْدَلاً سنوياً لقيمتها اليومية فسُئْلَا حَظَّ أَنَهَا تَتَغَيَّرُ دورياً كل إحدى عشر سنة.

وقد حاول بعض العلماء ربط علاقة بين دورة السَّفْعِ الشَّمْسِيَّةِ وبين بعض الظواهر الأرضية، مثل مياه البحيرات الكبرى في إفريقيا أو عرض الفواصل الموجودة بين حلقات جدوع الأشجار السنوية. ولكن تلك المُحَاوَلَاتِ لَمْ تَسْتَطِعْ تَأْكِيدَ عِلَاقَةِ التَّفَاعُلِ تلك بصفة علمية.



المُنْجِزَة بواسطة آلات فُوتوغرافية متطورة وخاصةً أثناء فترات الكُسوف، أُثبِتَتْ، عكس الاعتقاد السابق : أن سطح الشمس جبلي الشكل ومُتحدب الى حدٍّ ما، وتَشوبُه شقوق عميقة وواسعة قد تتسع لاحتواء كتلة الأرض مُكبرة عشرة أو عشرين مرة.

وهذه الشقوق والتغرات، قد سبق لغاليلي ان اكتشفها سنة ١٦١١ وعرفت آنذاك بالسُّقع الشمسية. وتنتُج عن زوايا ضخمة ورهيبة تُثار في مُختلف جوانب السطح التَّير، وبما ان درجة حرارة الغازات المتحركة داخله أقل من حرارة الغازات الأخرى المنبعثة من المناطق الشمسية الأخرى فإن هذه الشقوق، تظهر لأعيننا وكأنها بقع داكنة، وهي تتغير بدون انقطاع. فحين يكون نشاط الشمس في أوجهه، فإن

في الصورة أسفله : يمكن ملاحظة الفُرس الشمسي واحدى مقذوفاتها، وقد التُقِطت الصورة بواسطة السكايلاب.

عدد الشقوق وامتداد السُّقع الشمسية يتضاعفان. وهذه الظاهرة التي لا زالت غامضة لحد الآن، تحدث مرّة كل إحدى عشر سنة. وتُعرف المنطقة المركزية من السُّقع الشمسية «بالظُل» أما المنطقة الخارجية وهي أكثر إضاءة فتعرف «بالظِّلِيل» وتقدر سعة السُّقع الشمسية الثلاثة ببضعة ملايين الكيلومترات المربعة كحدٍّ أدنى وخمسة ملايين من الكيلومترات المربعة كحدٍّ أقصى. وتوجد على نفس السطح كذلك «أنهار» من السُّقع يصل طولها إلى ١٥٠,٠٠٠ كلم.

والسُّقع الشمسية باردة نسبياً، ويُحتمل أن تكون عبارة عن منخفضات عميقة في السطح الشمسي التَّير. ولا يظهر مركزها مُظلماً إلا بالتَّضاد مع تَنَوُّر السطح. ذلك أن حرارته تصل إلى حوالي ٤٠٠٠ درجة، أي أقل من درجة حرارة السطح التَّير بـ ٢٠٠٠ درجة فقط.

وعند مُعاينة السُّقع الشمسية التي تبدو وكأنها تنتقل على





## لماذا «تنفجر» الشمس أحياناً؟

### جَوّ الشمس والمقدّوفات الشمسية

يقع المحيط الجوي الأدنى فوق جَوّ الشمس و يتراوح سُمكه من ٢٠٠ الى ٣٠٠ كلم وهو يحدّد مجال المرور نحو الطبقات الجوية الشمسية.

و يتميّز التّور الذي ينبعث من هذه الطبقة المتوسطة حسب التحليل المِطْطِيا في بكونه يتوقّف على خطوط امتصاص ذاكينة موجودة على خَلْقِيّة مُضِيّة.

و يدلّ هذا على أنّ هذا التّور مُرْسَلٌ من قِبَل طبقة من الغازات الباردة التي تمتصّ جزءاً من الإشعاعات التي تُرْسِلها الطبقات الأكثر حرارة والموجودة تحتها.

و يوجد جَوّ الشمس فوق هذه الطبقة وهو يظهر بِلَوْنٍ أَحْمَرٍ خلال كُسُوفات الشمس، و يتراوح سُمكه ما بين

الشمس: منظر مفصّل لإحدى المقدّوفات الغازية.

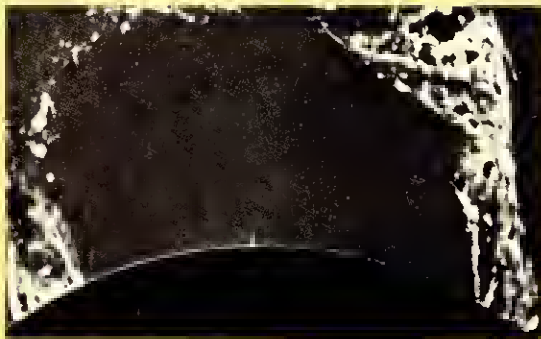
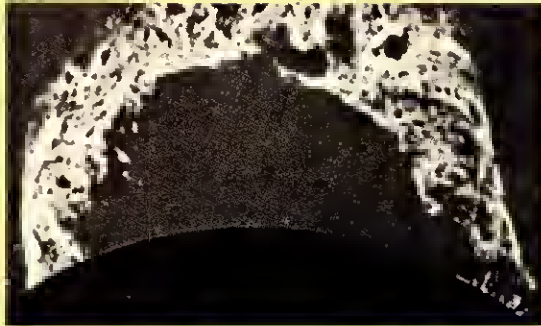
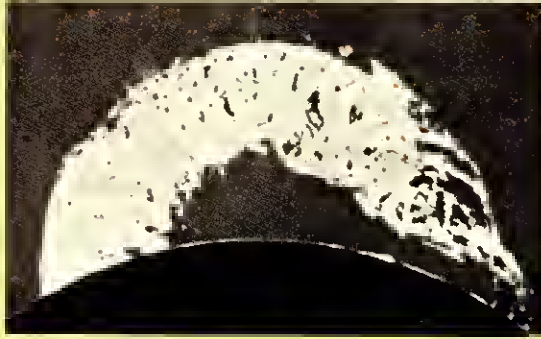
١٠,٠٠٠ كلم بينما محيطه مُنْتَبِلٌ وغير مُنْتَظِم.

و يتميّز الجَوّ الشَّمْسي بأضطرابه المُتواصل تحت وطأة المقدّوفات الغازية القويّة. وهي عبارة عن التهابات غازية طويلة.

وترتفع هذه المقدّوفات إلى علوّ يصل إلى ٥٠٠,٠٠٠ كلم وبسرعة ٥٠٠ كلم/س. وهي تَبْقَى مُعلّقة فوق سطح الشمس لمدة أسابيع طويلة قبل أن تُسْقَط ثانية.

وترتبط المقدّوفات بالسّفع الشمسية حيث تظهر مباشرة قَوقها أو على حُدودها. وتكثر بالخصوص حين تكون السّفع ممتدة أكثر.

في ٤ يونيو ١٩٤٦ على الساعة ١٦ و٣٠ دقيقة كانت المقدّوفة على شكل قوس ذات مقاييس كبيرة جداً. وفي الساعة ٣,١٧. ارتفع القوسُ بعلوّ ٣٢٢,٠٠٠ كلم فوق الشمس.





سطح من الشرق إلى الغرب، اكتشف الفلكليون أن الشمس غير ثابتة ولكنها تقوم بحركة دَوْران حول محورها من الغرب إلى الشرق.

ودَوْران الشمس، ظاهرة بالغة التعقيد، لكون السُّقْع كلها لا تتنقل بنفس السرعة. ففي المناطق الاستوائية تستغرق فتراتها ٢٥ يوماً وعلى خط عرض ٤٠ درجة تستغرق ٢٧ يوماً وعلى خط عرض ٨٥ درجة تستغرق ٣٤ يوماً. ويدل ذلك على أن الشمس لا تدور على النحو الذي تدور به الأجسام الصلبة، ولكنها تتكوّن من عدة طبقات بحيث تخلق ظواهر اختلاط هائلة.

والمحيط الهوائي الشمسي، هو ذلك الغلاف الغازي الخارجي، وهو يتميز بلمعانه وتورّد لونه، ويمكن أن نبصره خلال كُسوفات الشمس الكلية.

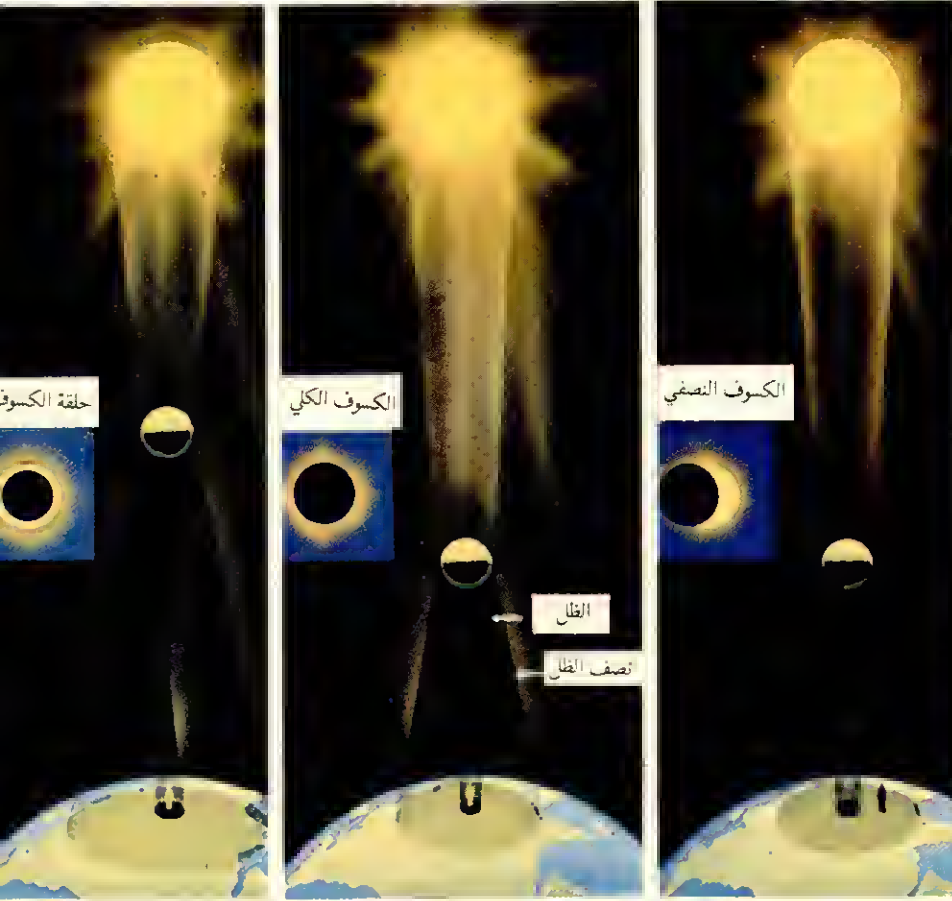
وإذا كان هناك تمييز ظاهري بين قشرة الأرض الصلبة والمحيط الهوائي الغازي، فإن المحيط الجوي الشمسي لا يُعرف له حدوداً بَيّنة تَفْصِلُه عن السطح الشمسي التّير لأنّهما معاً مُكوّنان من الغازات.

و يشمل المحيط الجوي الشمسي ثلاث طبقات: الطبقة أو البيئة الدنيا وجو الشمس أو البيئة المتوسطة وتاج الشمس أو البيئة العليا.

و يبلغ سمك الطبقة الشمسية حوالي ٦٠٠ كلم وهي مكونة من الهيدروجين والأزوت والهيليوم ومن البُخارات المعدنية، وعندما نقوم بفحص التور الذي يُبعث من هذه الطبقة بواسطة مطياف خاص يمكن لنا ملاحظة عدد من الشقوق الذاكمة على خَلْفِيّة صاقية. و يدل ذلك على أن ذلك الصّوء صادر عن طبقة غازية تمتص جزءاً من الاشعاعات التي تُرسلها الطبقات التّحتية ذات الحرارة المُرتفعة.

و يوجد جو الشمس فوق الطبقة، ويعرف بهذا الإسم لأنه يجال كُسوفات الشمس يظهر على لون أحمر، وسمكه حوالي ١٠,٠٠٠ كلم وهو مكون من غازي الهيدروجين والهيليوم. و يُصاب جو الشمس باضطرابات عنيفة تثير مَقْدُوفات غازية. وهذه الأخيرة عبارة عن التهاجات غازية ترتفع إلى عُلو يصل ٥٠٠,٠٠٠ كلم وبسرعة ٥٠٠ كلم في الثانية. وتبقى هذه المَقْدُوفات الغازية مُعلّقة ما وراء السطح لِمُدّة عدة أسابيع ثم تسقط بعد ذلك.

وترتبط المَقْدُوفات الغازية بالسُّقْع الشمسية على اعتبار أنّها تظهر بالضبط فوقها، وتكثر بالذات في المناطق التي



ظاهرة الكسوف والخسوف ترجع إلى الأوضاع التي قد يتخذها كل من الشمس والأرض والقمر بعضها بالنسبة لبعض. فكسوف الشمس يحدث حين يغطي القمر قرص الشمس كله أو جزءاً منه (الرسمان ٢٠١). أما خسوف القمر فيتم بسبب الاختلاف بين قطر الشمس وقطر القمر.

تكون فيها السقّع في أوج نشاطها. ما التاج الشمسي فهو الطرف الخارجي من المحيط الجوي الشمسي، وسمكه ٣٠٠,٠٠٠ كلم ويظهر على شكل ظفافة منيرة باهتة على غرار ضوء القمر. ويُمكن أن تُشاهد التاج الشمسي إلا أثناء الكسوف الكلي للشمس، حين يحجب قرص الشمس وراء القمر.

وتتضاعف درجة حرارة البيئة الشمسية تناسيباً مع الارتفاع. ففي أسفل الجو الشمسي تصل الحرارة إلى ٧٠٠٠ درجة وفي قمته قد بلغت ١٠٠,٠٠٠ درجة أما في التاج فهي تصل إلى مليون درجة.

# بِنْيَةُ النَّظَامِ الشَّمْسِيِّ :

## الكواكب

ومن أبرز خصائص النظام الشمسي هو غزله، ذلك أن أقرب نجمة إليه تبعد عنه بـ ٤,٥ سنة ضوئية. وتبتعد الأنظمة السماوية كذلك بعضها عن بعض، إلا أن نجومًا عديدة تُشكّل أنظمة مُزدوجة أو مُتعددة، فمن الصعب إيجاد أنظمة سَمَاوِيَّةٍ تحتوى على أكثر من ستة عناصر.

يعتبر النظام الشمسي من أغد الأنظمة الكونية المعروفة لحدّ الآن. وهو يتكون من العناصر التالية: تسعة كواكب و٣١ كوكبا تابعا وحوالي ١٠٠,٠٠٠ كوكب صغير وحوالي ١٠,٠٠٠ مُذنّب وعدد لا يحصى من التيازك.



أما السنة فهي الزمان الذي يلزم كل كوكب لإكمال دورة حول الشمس. وهكذا فالسنة الأرضية تستغرق ٣٦٥ يوماً وسنة المشتري تعادل إثنتي عشرة سنة أرضية بينما تعادل سنة المريخ ٦٨٧ يوماً.

وتقوم الكواكب السيارة بإكمال حركتين أساسيتين، حيث تدور حول محورها وحول الشمس. وبالنسبة للتجوم، فالدورة الفلكية هي الزمان الذي يستغرقه كوكب لكي يُنجز دورانه حول الشمس.

والدورة الاقترانية هي الزمان الذي يستلزمه استرجاع كوكب ما إلى صلتته بالشمس، أي حين يصبحان معاً في نفس الارتفاع الهجري.

أما الدورة الاستوائية فهي الزمان اللازم لكي يستعيد كوكب ما ارتفاعه الهجري في السماء.

وحسب اقترابهما من الشمس، تترتب الكواكب على هذا النحو: عطارد ثم الزهرة فالأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو.

والكواكب السيارة عبارة عن أجسام سماوية مُنطِفئة. ونحن نتمكن من رؤيتها لأنها تعكس نور الشمس. وتعرف قدرتها العاكسة بـ «البياض»، ويرجع أصلها إلى العلاقة الموجودة بين الضوء المنعكس وبين النور المُلتَقَط من الشمس.

والتهيار هو الزمان الذي تستغرقه أثناء القيام بدورة كاملة حول نفسها. وبطبيعة الحال، فإن لكل «نهار» مدته الزمانية الخاصة به. فنهار الأرض مثلاً يستغرق ٢٤ ساعة ونهار عطارد يعادل ٨٨ يوماً أرضياً، أما نهار المشتري فيعادل عشرة أيام من الأيام الأرضية.

في الرسم أسفله: تمثيل لنظامنا الكوكبي. انطلاقات الكواكب الأكثر قرباً من الشمس يمكن التعرف بالتوالي على كُلي من عطارد والزهرة والأرض والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو.



## الخصائص الأساسية لكوكب عطارد.

ما هو أصغر كوكب في الكون؟



إلى أعلى : جانب من سطح عطارد .

إلى أسفل : كوكب عطارد كما صُوِّرته ماريـنر ١٠ .

يقع عطارد والزهرة بين الشمس والأرض ويُعرفان بالكواكب الداخلية أو السفلية. أما الكواكب الأخرى فتدور خلف الأرض وهي تُعرف بالكواكب الخارجية أو العلوية. وعطارد هو الكوكب الأصغر حجماً في النظام الشمسي، إذ تُضغّر كتلته كتلة الأرض عشرين مرة. وهو في نفس الوقت أقرب الكواكب إلى الشمس. وتستغرق حركة دورته ٥٨ يوماً ودَوْرَانُهُ ٨٨ يوماً. وتَضَعُ جداً مُعَايِنَةُ هَذَا الكوكب وذلك لقربه الشديد من الشمس، أي بمسافة ٥٩ مليون كلم فقط. ولا يمكن رؤيته إلا في الصباح أو في المساء حين تكون الشمس في مهبطها في الأفق.

وكان يعتقد أنّ عطارد يعرض واجهته الأمامية للشمس، على اعتبار أن دورته تبدو وكأنها مُناسِبة لدورها النجمي، إلا أنه تبين أخيراً أن دَوْرَانُهُ لا يستغرق إلا حوالي ستين يوماً.

وعلى سطح عطارد تتغير درجات الحرارة باستمرار وبكثرة. ذلك أن نصف كُرَّتِهِ المُوَاجِه للشمس يكون ذا حرارة تَبْلُغ حوالي ٥٠٠ درجة بينما يَكُونُ النصف الآخر الغارق في الظلام ذا حرارة دنيا قد تصل الى ٢٧٠ درجة تحت الصفر.

ولا يتوفر عطارد على محيط جوي كما هو الشأن بالنسبة للأرض. وذلك راجع إلى ارتفاع درجة حرارته. إلا أنه بالإمكان ملاحظة سُفْع دَاكِنَةٍ تَتَجَلَّى فجأةً وكأن سُحْباً قد حَجَبَتْهَا عن أعْيُنِنَا، وقد تكون عبارة عن غبار مُنْبَعَث من براكين، و يبقى مُتَعَلِّقاً في الهواء لمدّة زمنية محدودة. وقد حصلنا على الصور الأولى لعطارد بفضل المسبار الأوتوماتيكي ماريـنر ١٠ الذي تم إطلاقه يوم ٣ نوفمبر ١٩٧٣. ولا يتوفر عطارد على كواكب تابعة له.



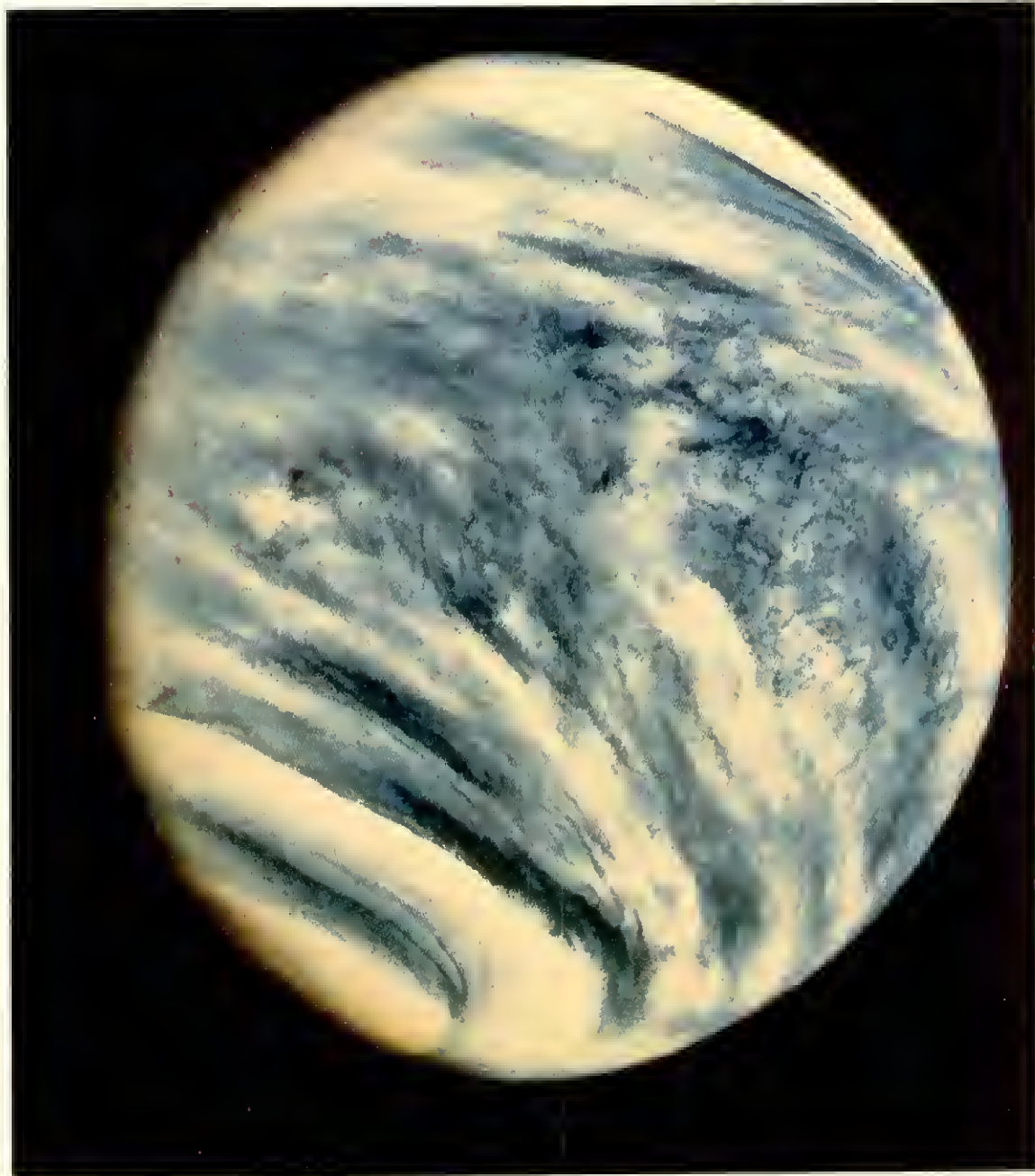


## الدَّورَان الشَّاذَّ لِلزَّهْرَةِ.

مرة، وهو جَوْ خال تماماً من الأوكسجين والبُخار المائي. ومن أهم المَعْلُومَات التي وصلنا عن الزَّهْرَةِ عن طريق الأقمار الاصطناعية والمَرَكَبَات الفضائية المُرسلة نحوه، ما يتعلّق بدَوْرَانِهِ الذي يتم في الاتجاه المُعَاكِس لِحَرَكَتِهِ المدارية، ومعنى ذلك أَنَّهُ يدور في اتجاه عكسي على خلاف الكواكب الأخرى إذ تُشرق فيه الشمس من الغرب وتغرب في الشرق. ولا تتوفّر الزَّهْرَةِ بدورها على كواكب تابعة.

كانت أول المُعْطِيَات عن هذا الكوكب قد وفّرتها المَرَكَبَةُ الفضائية مارينير ١٠ وفيسنوس ٦٥٥٤. بينما الصورة الأولى تم إرسالها بواسطة مارينير ١٠.

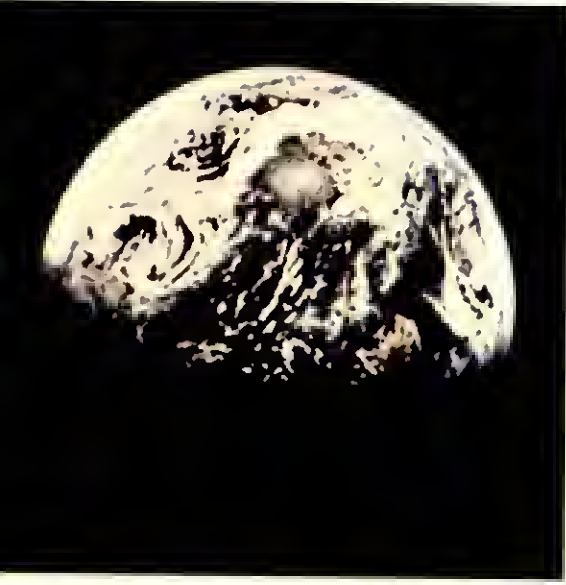
أما الزَّهْرَةِ فهي من الكواكب الأكثر لَمَعَاناً، وهو يعادل تقريباً الأرض من حيث الحجم والكتلة. وقد أطلق عليه القدماء عدة ألقاب حسب ظهوره في السماء أو في الفجر. وينجز كوكب الزَّهْرَةِ حركات دورته خلال ١١٧ يوماً، أما دورانه فيستغرق ١٢٤ يوماً. وعلى سطحه تصل حرارته المرتفعة إلى ٤٣٠ درجة مئوية. وهو محاط بجو سميك يحتوي على كمية هائلة من أنهدريد الكربون تُقدر بأضعاف الكمية الموجودة على الأرض بحوالي ٥٠٠.



## كوكب الأرض.

تُعتبر الأرض من الكواكب الشمسية، وهي على غرار الكواكب الدائرة في فلك الشمس قد تكونت داخل النظام الشمسي. والأرض مثلها مثل الكواكب الأخرى. غير مستقرة، فهي تدور حول محورها كما تدور حول الشمس. وقد كان الأقدمون يعتقدون أن الأرض ثابتة لا تتحرك وأن الشمس والنجوم هي التي تدور حولها. وإذا كان ذلك صحيحاً فإن الشمس التي تبعد عن الأرض بعداً شاسعاً قد تتنقل بسرعة ٤٥ مليون كلم/س لكي تتجوز دورة يومية واحدة حول الأرض.

في سنة ١٥٤٣ قام العالم البولوني انطوان كوبرنيك بنشر نظرية مشهورة مفادها أن الأرض توجد في مركز الكون كما كان مُعتقداً من قبل. ولكن الشمس هي التي تحتل ذلك المركز، وأن جميع الكواكب الأخرى تدور حول الشمس. وقد تم التحقق من هذه النظرية وإثباتها فيما بعد بفضل نظرية غاليلي الذي أضاف إليها بعض التعديلات المدعومة بالملاحظات المباشرة. وغاليلي كما نعلم هو مُخترع المنظار الفلكي الأول. وفي الوقت الراهن تُعتبر الأرض بمثابة الكوكب الوحيد الذي يستقبل الحياة البشرية وغيرها.



في الرسم أسفله يظهر المحيط البيئي الذي تمكن فيه الأشعة الشمسية من إنشاء أشكال حياتية على غرار الأشكال الأرضية. المنطقة الصفراء شديدة الحرارة، أما المنطقة البُرْتقالية فأقل منها حرارة. لكنهما معاً تُوفّران ظروف الحياة الأرضية. وخارج هذا المحيط البيئي الذي يتميز حرف «C» في الصورة تكون درجة الحرارة مُنخفضة. ويمكن وَضْع المحيط البيئي بين كوكب الزهرة والمريخ رغم أن الزهرة مازالت دافئة والمريخ أكثر بُرودة.



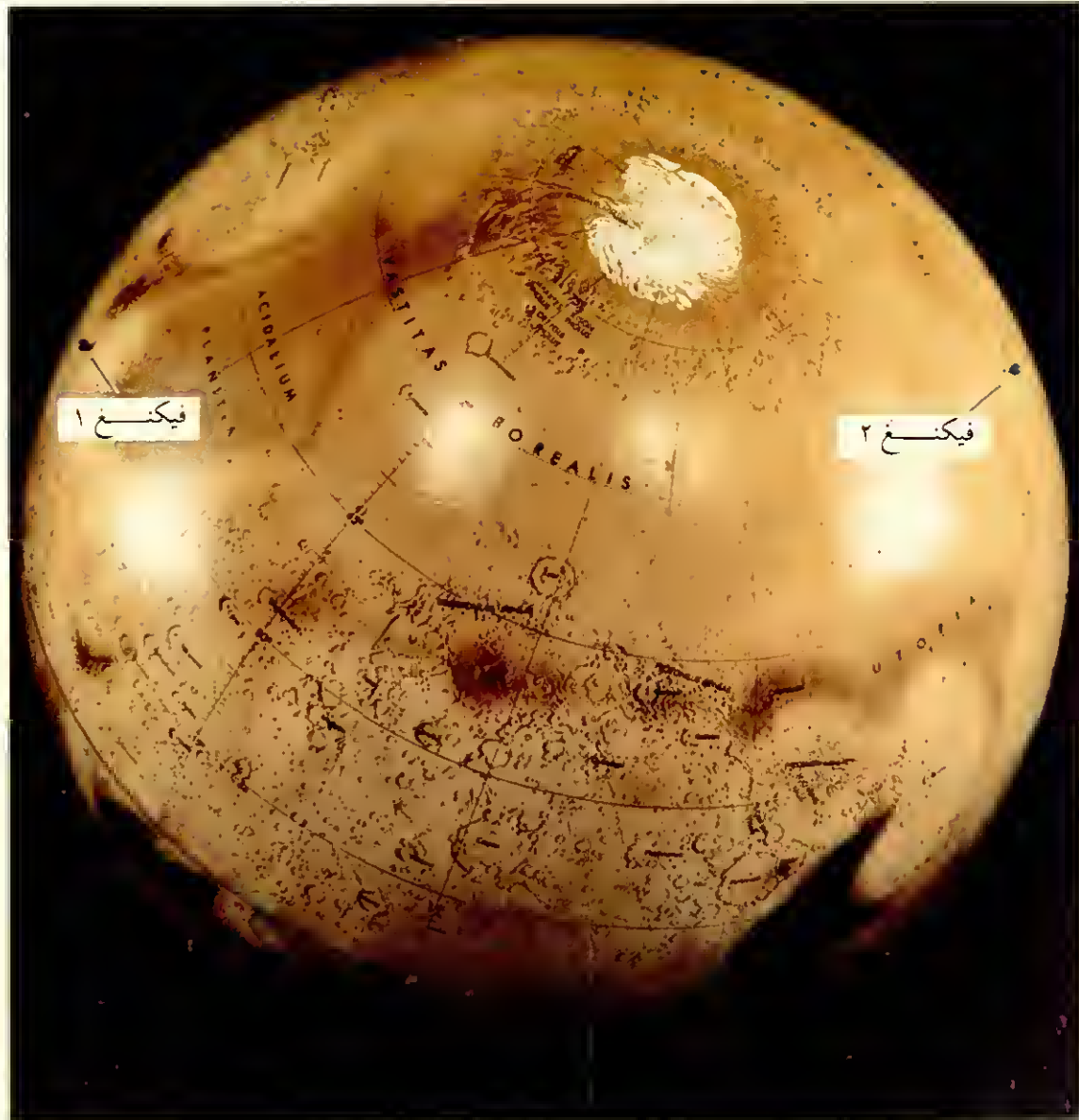
## واجهة المريخ الغامضة.

أما المريخ فهو كوكب تسهل رؤيته من على سطح الأرض بفضل لونه البرتقالي الذي يُعطيه لمعاناً خاصاً وكأنه نجمة كبيرة. ومن حيث بعض مظاهره الخارجية يشبه المريخ إلى حد ما كوكبنا، مع أنه أصغر منه بعض الشيء، ذلك أنه يدور بنفس سرعة دوران الأرض أي ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة، ويتوفر على محور دوران بنفس الانحراف جهة المدار. وهكذا فالفضول فيه على نفس التقسيم الموجود في فصول الأرض، بفارق أنها تطول أكثر، إذ تستغرق السنة المريخية ٦٨٧ يوماً، ومحيط المريخ الجوي ضعيف جداً ويوجد فيه غاز أنهيدريد الكريون بوفرة، حيث يمثل نسبة ٨٠% بالمئة من الغازات المتواجدة هناك، كما يوجد بالإضافة إلى ذلك غاز الأزوت بنسبة ١٥%،

أما الأكسجين فهو مُنعدم تماماً.

وتكسو المنطقتين القطبيتين من المريخ قَتَّان غشائيتان قَتَّدان تدريجياً خلال فصل الشتاء وتقلصان خلال فصل الصيف ويتعلق الأمر على الأرجح برواسب جليدية مماثلة لتلك الرواسب الموجودة على الأرض. أما

صورة المريخ تتجلى فيها بوضوح المنطقة القطبية الشمالية. على اليمين واليسار تظهر لنا مواقع هبوط مركبة فيكنغ ١ (يساراً) وفيكنغ ٢ (يميناً) وتفصل بينهما مسافة تقدر بحوالي ٧٥٠٠ كلم. وقبل الرحلات الفضائية نحو المريخ كان الاعتقاد السائد أن هذا الكوكب يتوفر على ظروف قابلة لاستقبال أشكال الحياة الإنسانية. إلا أنه تأكد اليوم أن الأمر عكس ذلك وأن المريخ كوكب تستحيل فيه الحياة.

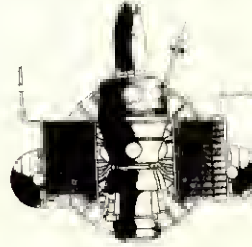




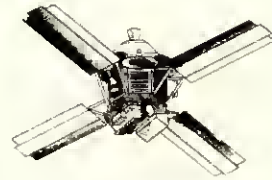


أطلقت المركبة الفضائية مارينير ٩ سنة ١٩٧١، وهي عبارة عن جهاز غاية في التطور. وقد قامت بقياس حرارة المريخ ومحيطه الجوي. كما التقطت عدة صور فوتوغرافية مكنت من رسم خرائط جده مفصلة لكوكب المريخ.

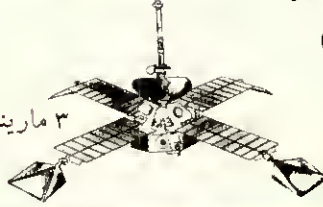
هبوط مركبات فيسكنغ على سطح المريخ خلال صيف ١٩٧٦ بهدف إنجاز فحص مدقق للكوكب.



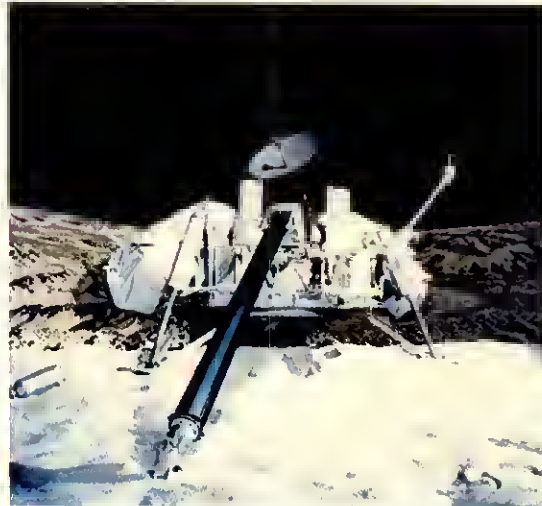
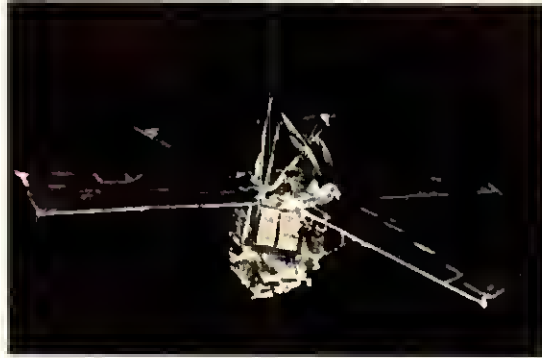
١ مارس ١ (١٩٦٢)



٢ مارينير ٢ (١٩٦٤)



٣ مارينير ٣ (١٩٦٩)



المركبة الفضائية لرحلة فيسكنغ التي أرسلت في اتجاه سطح المريخ لإنجاز أهم الاكتشافات في علم الفضاء.

درجة الحرارة خلال الصيف في المريخ فهي تنتقل من ٣٠ درجة تحت الصفر ليلاً إلى ٣٠ درجة نهاراً في المناطق الاستوائية. بينما في المناطق القطبية تنتقل من ٥٠ درجة مئوية ليلاً إلى أزيد من صفر درجة مئوية نهاراً. أما خلال الشتاء، ففي المناطق القطبية تهبط الحرارة في غالب الأحيان إلى ١٠٠ درجة مئوية تحت الصفر. ويتناذر الماء في المريخ إذ أن ظواهر كالثلج والمطر يستحيل حدوثها هناك. ويحتمل أن يكون الثلج غير قابل للخضوع لسيروية الإمتالة والتجميع ولكنه يمر من سيروية تسام وتضعيد، أي ان بخار الماء يتحول مباشرة إلى مادة صلبة.

ومن المرجح أن ثلاثة أرباع المساحة المرتخية تكسوها مناطق صحراوية. ومن الشائع أن تجتبات هذه المناطق تشتمل على غابات صغيرة من النباتات الرديئة تُسقى صيفاً بالماء الصادر عن ذوبان القُتُن القطبية التي تجف خلال فصل الشتاء.

وقبل بضع سنوات، كان يُعتقد أن المريخ يتوفر على بنية مماثلة لبنية الأرض. أي أنه كوكب قابل لاستقبال الحياة. وحسب المعلومات التي وُردت عن المريخ بفضل الصور الملتقطة له بواسطة المركبات الفضائية مارينير ٦ و٧ و٩ وفيكسكنغ ١ و٢. يعتقد الفلكيون اليوم أنه لا يوجد أي شكل للحياة على سطح المريخ.

وهناك كوكبان تابعان يدوران حول المريخ وهما فوبوس وديموس. ويتراوح نصف قطرها على التوالي ما بين ٦ و٧ كلم و٤ و٥ كلم. ويوجد الأول على بعد ٦٠٠٠ كلم من المريخ بينما يبعد عنه الثاني بـ ٢٠,٠٠٠ كلم. ويستغرق دوران الأول سبع ساعات وأربعين دقيقة بينما يستغرق دوران الثاني ثلاثين ساعة وثمان عشر دقيقة.



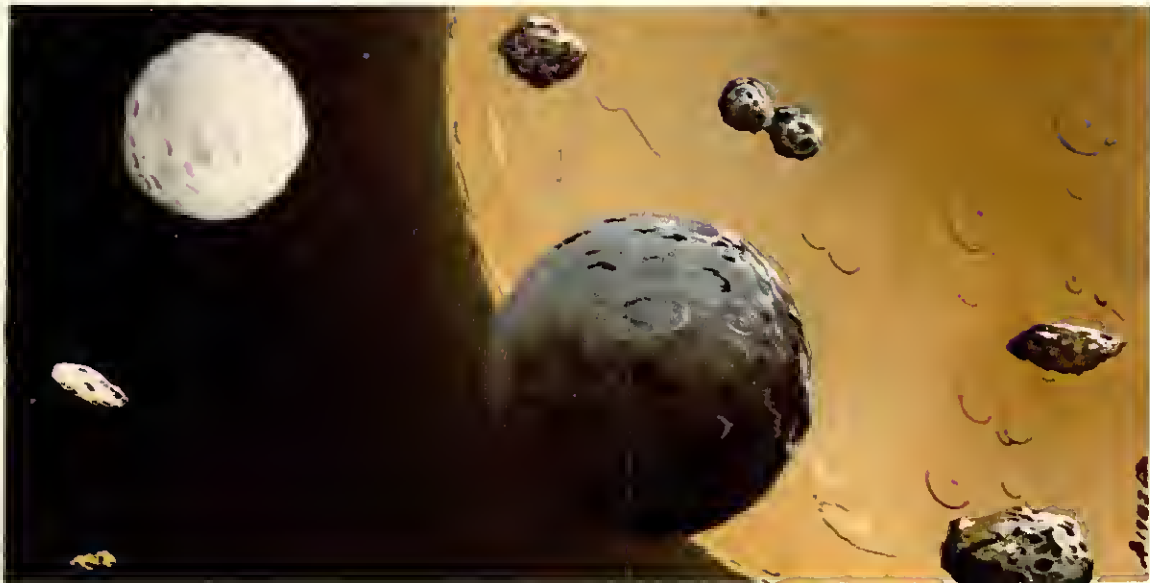
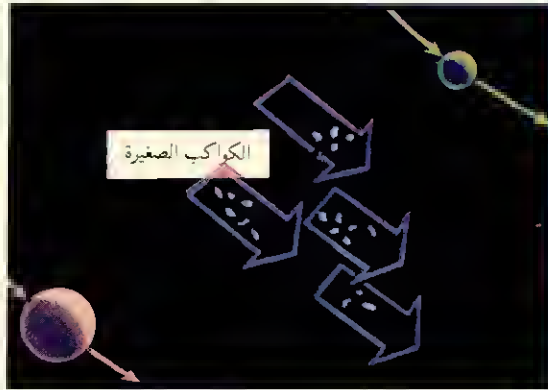
## الكواكب الصغيرة

تحت تأثير جاذبية الكواكب الأخرى.

وقد طرَح اكتشافُ هذا العدد الهائل من الكواكب الصغيرة مُشكلةً معقّدةً لدى الفلكيّين الذين لم ينفكوا يتساءلون عن السبب في كون النظام الشمسي الذي لا يُشمل سوى بعض الكواكب الضخمة يستقبلُ اجساماً سماويةً أخرى ومثل هذه الكواكب الصغيرة الكثيرة العدد والشاذة الأشكال والمُتغيّرة المدارات؟. والفرضية التي مازالت قائمةً لحدّ الآن هي القائلة بأنّ هذه الكواكب الصغيرة هي بقايا كوكبٍ آخر كان قديماً يدور بين المريخ والمُشتري، إلّا أنّه تحطّم بفعل انفجار كوني جعل أطرافه تتناثر في الفضاء.

إن الكواكب الصغيرة التي يتمخض عنها انفجار أحد الكواكب العادية، تتنقل في نفس اتجاه الكوكب الأصلي. نُجَيمات ممثلة على سَلَمٍ مقياسي حسب جانبها القمري. وقد تم رسم أشكالها إنطلاقاً من مُحتَياتها الضوئية.

إن المنطقة السماوية الموجودة بين المريخ والمُشتري مُكتنّظة بحشدٍ من الكواكب الصغيرة ذات مدارات مُتباينة. وقد قُدِّر عددها بحوالي ١٠٠,٠٠٠ كوكباً على الأقل وهي في أغلب الحالات صغيرة الحجم. فكوكب سيريس وهو أكبرها كُتلةً يتوفّر على نصف قُطر يبلغ ٣٢٥ كلم. إلّا أن الكواكب الأخرى لا يتعدى نصف قُطرها كيلومترين. وأشكال هذه الكواكب الصغيرة غير منتظمة وهي تسافر مجتمعة في كوكبات متعددة وتنقل وفق نفس المدارات وتُحافظ دائماً على نفس الوضع بعضها إزاء بعض. وتتميز المناطق التي تتحرّك فيها هذه الكواكب الصغيرة بظاهرة خاصة. ذلك أن الاضطرابات التي تصدر هناك عن الكواكب الكبرى لا يكون لها سوى تأثير هامشي عليها. وكأن الكواكب قد كوَّنت مجموعات فيما بينها لكي تتخذ نفس التصرف والفعالية لمقاومة تلك الاضطرابات وإبطال مفعولها. وهكذا فإن الكواكب الصغيرة التي لا تبقى في منطقة التكتل «الآمنة» تُقضى



## لماذا يحمل كوكب المُشتري بقعةً حمراء ؟

أما المُشتري فهو أضخم الكواكب في النظام الشمسي، ومن أهم خاصياته كَوْنُ سُرْعَةِ دورته جَدِّ مرتفعة، ولهذا السبب يَتميّزُ فُرْصُهُ بِشَكْلِهِ المُسَطَّح. وكلُّ ما يَمكنُ أن نُعايِنَهُ مِنَ المُشتري أَطرافُ مُحيطِهِ الجَوِّي الخارجية، وهو مُحيطٌ يَبلغُ سُمُكُهُ ١٠,٠٠٠ كِلم يتكوَّنُ أساساً من غاز الهيدروجين والهيليوم ونسبة قليلة من الميثان والأمونياك. وحرارَتُهُ جَدِّ مُنخَفَضةٌ إذ تَهبِطُ إلى ١٥٠ درجة مئوية تحت الصفر.

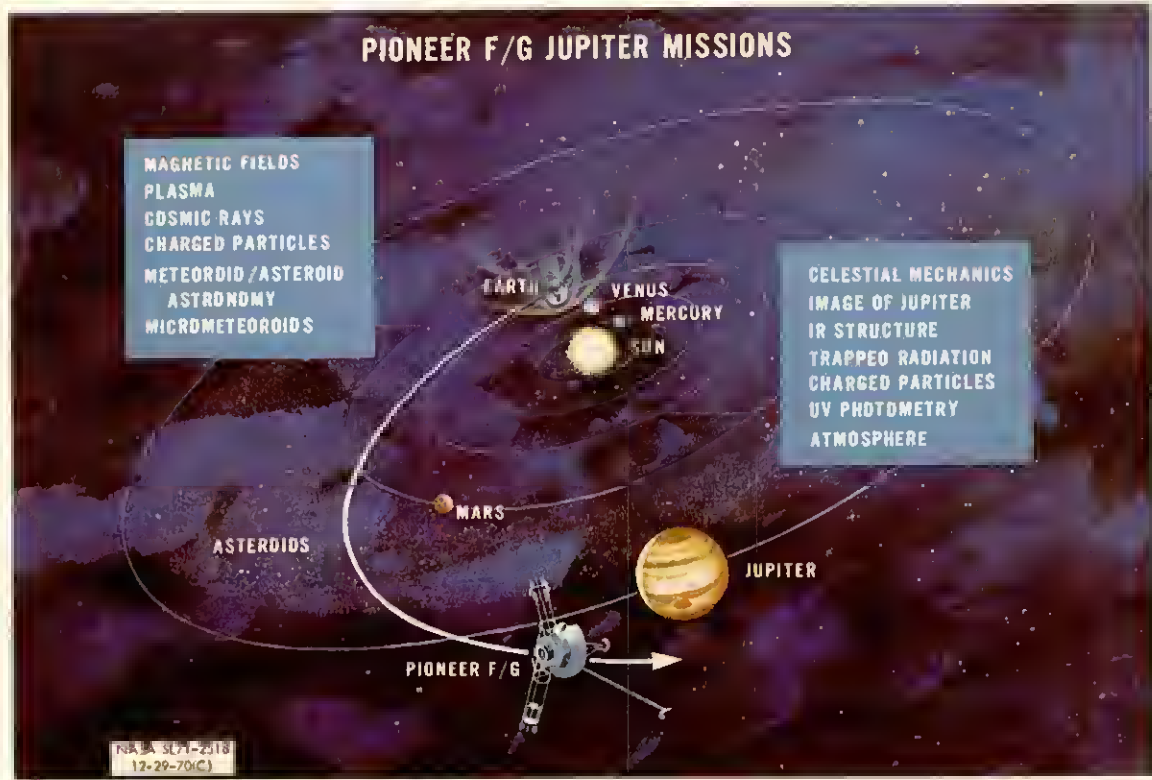
وتَظهَرُ على سَطْحِ المُشتري ثلاثُ تَخيَيزاتٍ مُتوازية وبقعة مُحمَّرة جنوب خط الاستواء. ولا يَعرِفُ بالضبط ما إذا كانت هذه البقعة الحمراء جِسمًا صلبًا مُلتصقًا بالمُشتري أو جِسمًا سابِغًا في الجَوِّ المُحيط بِهِ.

وقد اكتشف الفَلَكَايُونُ أخيراً أن المُشتري يرسل مَوجَّات إشعاعية يُحتمَلُ أن تُكوِّنُ مُنبِعثَةً من مَصدَرٍ موجودٍ على سَطْحِ الكوكب نفسه. غير أنه لم يتوصل لحدِّ الآن إلى

إقامة علاقة بين هذا المَصدَرِ وأي بنية مَرْتَبِية كَتَلِ البقعة الغربية.

و يَتَوَقَّرُ المُشتري على إثني عشر كوكباً تابِعاً، و يَتَراوحُ نصف قطر أضخمهما بين ٢٠٠٠ و ٢٥٠٠ كِلم، بينما يَقعُ نصف قُطْرِ الكواكب التابِعة الأخرى بين ١٠ و ٢٥ كِلم. ومَداراتُ الكواكب التابِعة ذاتُ حَركةٍ دَوْرانيةٍ مُعاكسةٍ لا تَجاهَ دَوْرَةِ المُشتري.

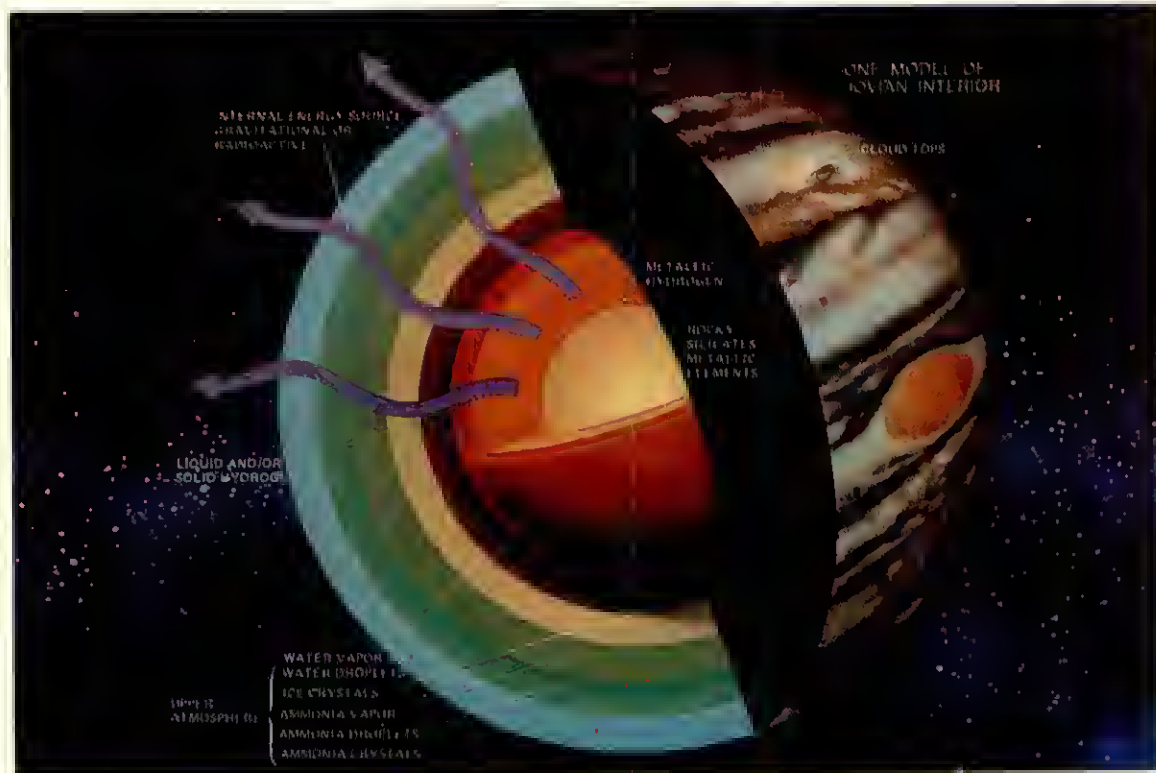




المركبة فوآيا جير ١ مارة قُرب المشتري.

إن الخصائص المميزة للمُحيط الجوي للمُشتري ماقيتت  
تثير اهتمام العلماء. كانت رحلة بيونير . ف. تستهدف  
أساساً قياس كثافة حقل إشعاعات المُشتري للوصول إلى  
رسم جداره. (أعلاه)

تمثيل لباطن الكوكب. هناك وقائع غريبة تحدث في  
المحيط الجوي المضطرب للمُشتري. ذلك أن هذا  
الكوكب يُرسل طاقةً تبلغ قُوَّتها ثلاثة أضعاف قوة الطاقة  
الشمسية. ويعتقد أن هذه الظاهرة ترجع إلى التقلُّص  
الجاذبي. تستقل الحرارة من ٩٣ درجة في المنطقة العلوية  
للشَّحِب إلى ١١٠٠٠ درجة في باطن الكوكب. (أسفله)



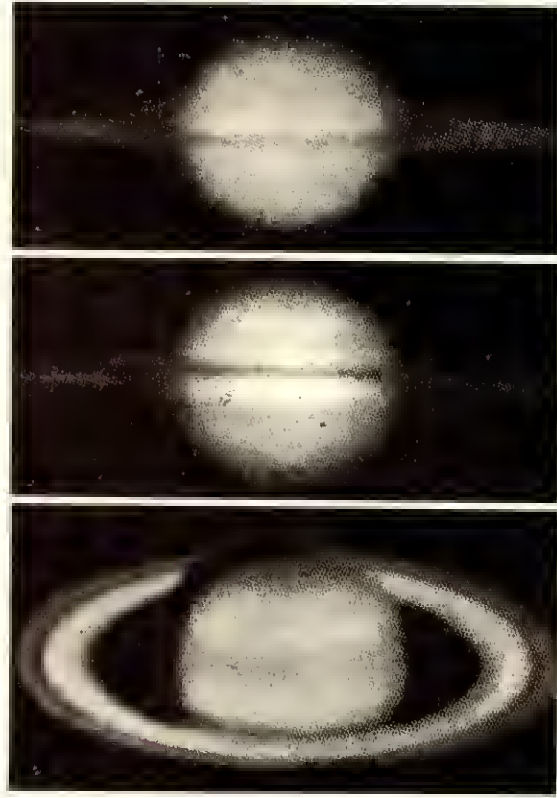
## لماذا يتوقّر كوكب زحل على حلقة؟

### كوكب زحل وحلقاته

ويأتي بعد المشتري كوكب زحل وهو أضخم كوكب في النظام الشمسي. وهو على نفس ضخامة المشتري وله محيط هوائي هائل بحيث يبلغ سمكه حوالي ٢٥٠٠٠ كلم. وهو مكون من غازي الهيدروجين والهيليوم، يضاف إليهما غازا الميثان والأمونياك. وتحيط بزحل حلقة ضخمة فضية اللون، عرضها ٢٧٥٠٠٠ كلم وسمكها ٦٠ كلم تُحوّل للكوكب لونه المرمّد.

ونظراً للأوضاع المختلفة التي يتخذها كل من زحل والأرض أحدهما بالنسبة للآخر، فإن الحلقة قد تظهر على طول السنين على اتجاهات مختلفة. فخلال مُثقلبات زحل يتجه محور الكوكب نحو الشمس أو في اتجاه معاكس وتظهر الحلقة آنذاك واسعة جداً لتتوره بواسطة الشمس. إما من الجهة السفلى أو من الجهة العليا. وعلى عكس ذلك، فخلال الاعتدالات يقع محور زحل على ٩٠ درجة من خط الأرض والشمس وتظهر آنذاك من الجانب على شكل خط دقيق داكن. ويبدو أن الحلقة مكونة من عدد لا يُحصى من الجُسيمات الدقيقة التي قد تُعتبر من بقايا قمر قديم كان مُقتر ١١ حة انفجاره وتَشطّيته.

والى غاية سنة ٩ كان يعتقد أن زحل يتوقّر على عَشْر كواكب تابعة له، وأُثبت بأربع حلقات. إلا أنه في ٢ سبتمبر ١٩٧٩ تأكد العلماء من وجود الكوكب التابع الحادي عشر وذلك بفضل المركبة الأمريكية بيونير 2.



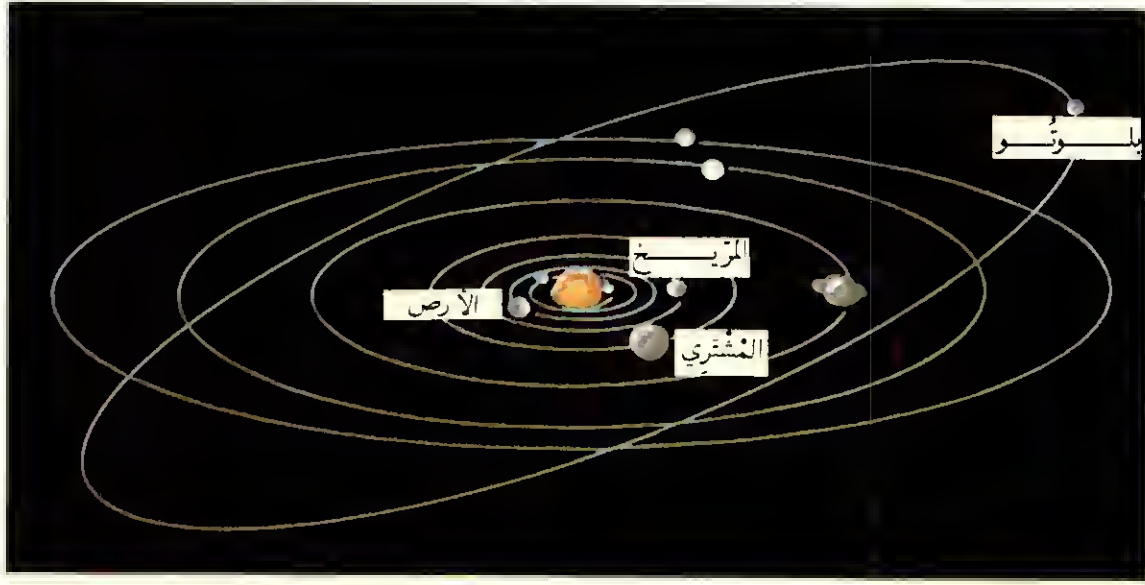
كوكب زحل وحلقاته في ثلاثة مظاهر مختلفة. فنلاحظ الأشرطة الملونة، الخاصة التي تشقّ سطح الكوكب. صور لحلقات الكوكب التقطتها فوياجر ٢. وهي مكونة من الجليد ومن الصخور.

في اليسار رسم لحطة تدور حول زحل، وهو مشروع لشركة: ن. أ. س. أ. الأمريكية.









## أورانوس وفُصوله.

أما أورانوس فهو من بين الكواكب التي كانت مجهولة من قِبل الفلكيين القدامى، ولم يُكتشف إلا سنة ١٧٨١. وهو يقع على بعد ٢٨٧٠ كلم من الشمس، أما قطره فيعادل أربعة أضعاف مقياس قطر الأرض. ويتميز أورانوس بخاصية غريبة، ذلك أن محور دَوْرانه مُوازٍ تقريباً لمُستوى مداره، مما يوفر له فصلين مُختلفين عن فصولنا السنوية المعروفة. فخلال فصل الشتاء أو فصل الصيف تضيء الشمس أحد نصفي كرة الكوكب ويبقى النصف الآخر غارقاً في الظلمة. وتستمر هذه الظروف لمدة عشرين سنة ينعدم فيها الاختلاف بين الأيام بحيث تدوم سيطرة إحدى الحالتين. أي إما الظلام أو النور. وبعد هذه الفترات، أي خلال الخريف والربيع تضاء المنطقتان القطبيتان معاً في نفس الوقت، وتدوم الأيام حوالي ١١ ساعة أي ما يعادل مُدة دوران الكوكب.

وقد مكّنت الملاحظات والمُعابنات الدقيقة من رؤية أورانوس وهو على شكل قرص أزرق وأخضر اللون تخترقه تحزيزات استوائية تشبه تلك التحزيزات الموجودة على سطح المشتري.

ويبدو أن حرارة أورانوس تبلغ ٢٠٠ درجة مئوية تحت الصفر وأن مُحيطه الجوي السميكة يشتمل على الهيدروجين والميثان. وتُجدر الإشارة إلى أن كل المعلومات التي نتوفر عليها حول هذا الكوكب تقريبية نظراً للبعد الشاسع بينه وبين الأرض.

ويتوفر أورانوس على خمسة كواكب تابعة تنتقل بكيفية غريبة. فمداراتها تقريباً عمودية إزاء مُستوى مدار الكوكب، وهي بالإضافة إلى ذلك تدور في اتجاه عكسي.

لا نتوفر على صور لنبتون واورانوس وبلوتو لأنها كواكب خارجية. في رسم أعلاه يمثل المدار الغير الطبيعي لكوكب بلوتو.

أما كوكب نبتون فقد تم اكتشافه مؤخراً سنة ١٨٤٦، وحركته من البُطء بمكان إذ لن يظهر مرة أخرى في النقطة التي لوحظ فيها لأول مرة إلا سنة ٢٠١١، ومنذ ذلك العهد لا زال لم يُتم دورة كاملة في مداره. ونبتون يتوفر على كوكبين تابعين، أحدهما، وهو تريتون، أكبر من القمر، إذ أن نصف قطره يبلغ ٢٥٠٠ كلم، ويتنقل في الاتجاه المعاكس للحركة المدارية للكوكب.

## بلوتون كوكب تابع يَفِلت من نبتون.

واُكتشف كوكب بلوتون بدوره سنة ١٩٣٠ وهو أبعد كوكب من الشمس. ولا تُعرف بالضبط مقياس قطره وكثافته. ومن المُحتمل أن يكون أصل بلوتون مختلفاً عن أصل الكواكب الأخرى. وقديماً كان الفلكيون يعتقدون أن بلوتون كوكب تابع لينبتون على غرار تريتون، ويُحتمل كذلك أن يكون الكوكبان التابعان قد اقتربا من بعضهما أثناء تنقلهما إلى درجة خلق اضطرابات لدى كل منهما. وهكذا يكون بلوتون قد أفلت من جاذبية تريتون ليصبح كوكباً مستقلاً بينما بدأ تريتون مسيرته في اتجاه معاكس لاتجاهه الأصلي.

## متى وكيف نشأ النظام الشمسي؟

### أصل النظام الشمسي

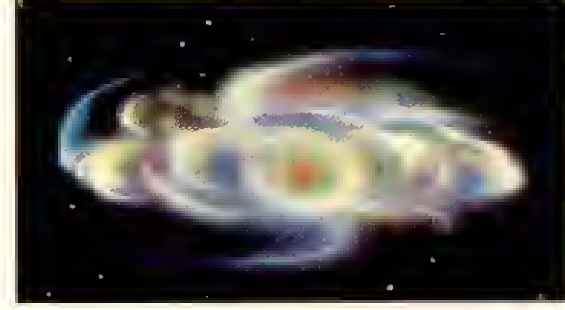
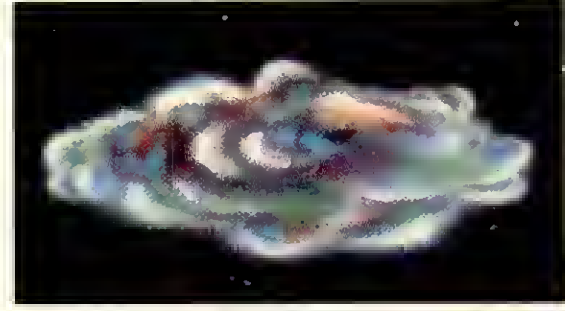
تتميز كواكب النظام الشمسي باشتراكها في العديد من الخصائص والبيئات، وهذا ما جعل كل الفلكيين يؤكدون على أن مُجْمَل عناصر النظام الشمسي من أصل واحد.

وقد ظهرت عدة فَرَضِيَّات ونظريات بشأن أصل النظام الشمسي، جعلت العلم يتقدّم في هذا الباب ويغتنى بالعديد من المُعطيات. إلا أن أي فَرَضِيَّة أو نظرية لم تحسم بكيفية قطعية، تضارب الآراء حول الموضوع. ويمكن تصنيف هذه النظريات والفَرَضِيَّات المتعددة على النحو الآتي:

- نظريات تقول بأن المادة التي تتكوّن منها عناصر النظام الشمسي يرجع أصلها إلى سديم سابق للوجود.
- نظريات تُعَلِّل تكوّن وتشكّل الكواكب التابعة إلى مرور نجمة بقرّب الشمس.
- نظريات تُرجع أصل الكواكب إلى «إعصارات» واضطرابات المادة.

ويمكن تصنيف نظرية «كانط - لابلاس» التي ظهرت في القرن الثامن عشر ضمن مجموعات النظريات الأولى.

وحسب هذه النظرية، فإن المادة التي تُكوّن الشمس والكواكب التابعة، كانت في الأصل مُضَمَّنة في سديم هائل. كان يتميز بحركة دَوْران بَطِيَّة. وعلى إثر انفجار باطني، تمزّق هذا السديم بكيفية ضخمة إلى أن تلاشت قُوَّة الانفجار. وهكذا بدأ فُظُرُه في التقلص تدريجياً تحت سيّرة التبريد. وبفعل هذا التقلص تضاعفت سرعة دورانه إلى درجة انفصام التماسق الداخلي للسديم وتفكّكه. ومالِث ان بدأت حلقات غازية تنفصل مُتَعاقبة عن السديم ثم تبرّد وتتصلّب لتعطي وجوداً للكواكب

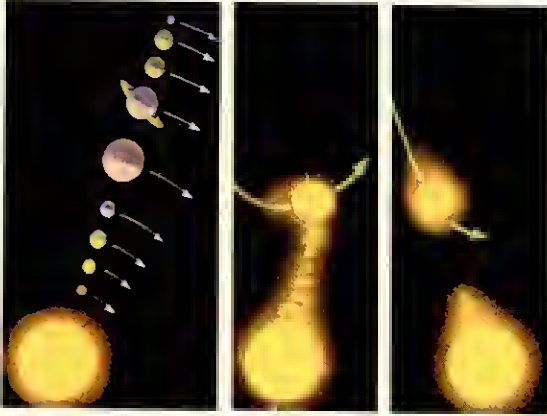
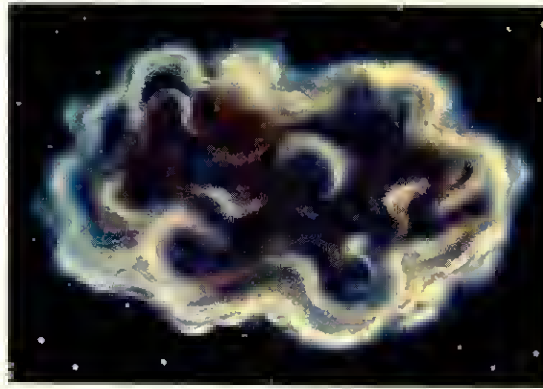


النظرية السديمية: نشاهد تعاقب تفتّت السديم وقذف الرُكّامات الغازية الموجودة في المناطق الإستوائية.

تكوّن النظام الشمسي حسب نظرية التصادم.







ترى نظرية المد والجزر أن الشمس مصدر الكواكب الأخرى. ذلك أنه بفعل موجة عالية تنفجرت على سطح الشمس فنتج عنها تفتت هذا الكوكب باستمرار إلى قطع تكونت منها مختلف الكواكب.

المعروفة. أما ما تبقى من السديم الأصلي فقد تجمع ليُشكل الشمس.

وتندرج نظريتا الكواكب الدقيقة (planetisimals) والمد والجزر (marees) ضمن الصنف الثاني من النظريات. وقد ظهرت نظرية الكوكبية سنة ١٩٠٥ بفضل أبحاث الأمريكيين شامبرلان وميلتون. ومقادها أن نجمة أثناء مرورها قرب الشمس التقطت منه كتلة غازية تصلبت بعد ذلك ليتكون عدداً كبيراً من الكواكب الصغيرة تجمعت بدورها لتشكل الكواكب الحالية.

أما نظرية المد والجزر التي أحدثها الإنجليزي جينس (Jeans) سنة ١٩١٦ فتركز بدورها على فكرة مرور نجمة ضخمة بالقرب من الشمس. وقد أثارت بمرورها وبفعل جاذبيتها هيجان دفق من المادة الشمسية، وهذا الأخير قد استتطال تحت تأثير جاذبيتها الشمس والتجمة المعنية ثم انكسر بعد ذلك إلى عدة شظايا تكونت منها الكواكب بعد أن بردت.

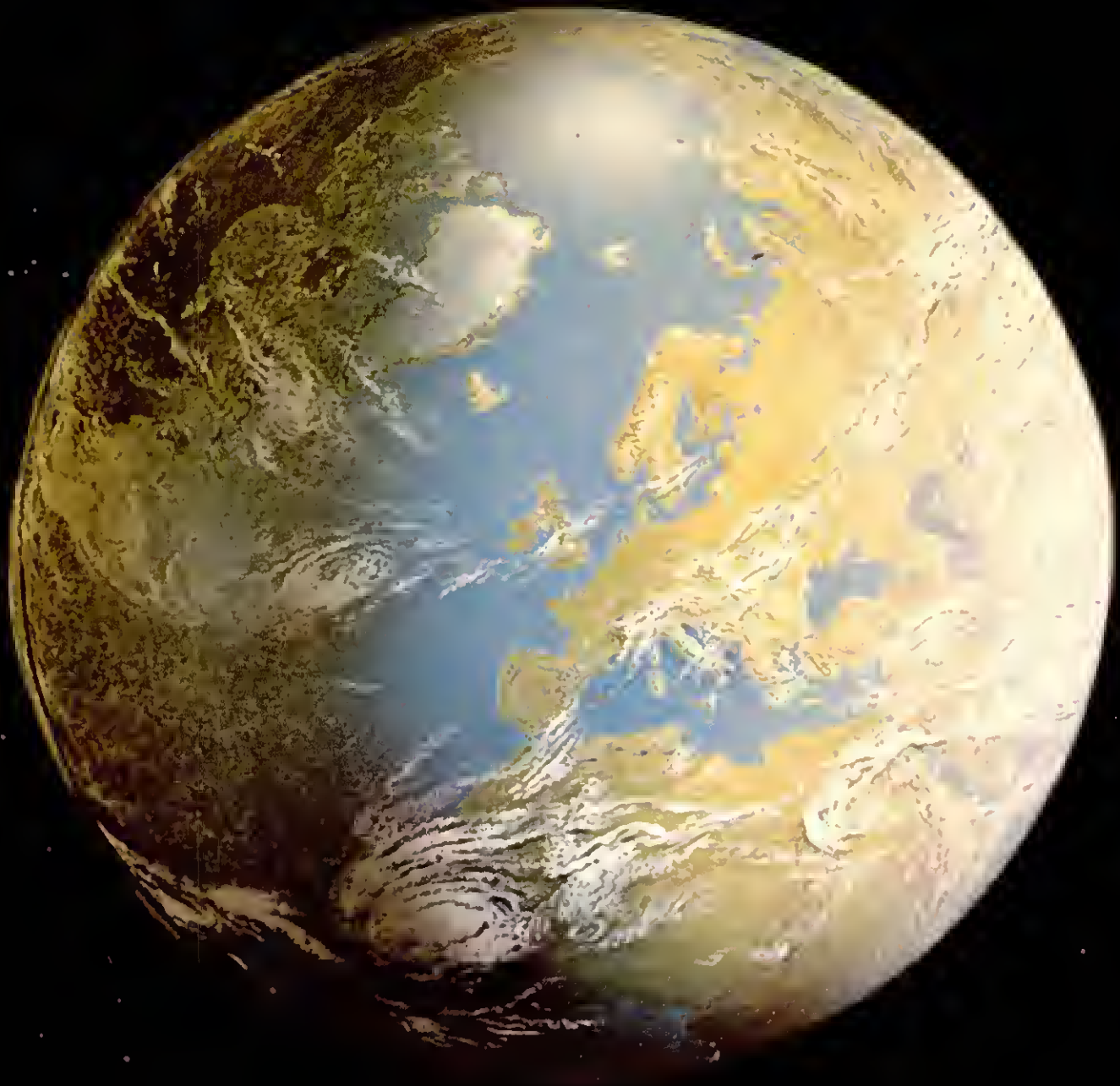
وقد أورد الجيولوجي الإيطالي فيديريكو ساكو (F. Sacco) سنة ١٩٤٤ نظرية التيجوم الجديدة (Novae) والتي يُمكن إدراجها ضمن الصنف الثالث. وهي تثبت فكرة ترى بأن النظام الشمسي قد تكون على إثر انفجار الشمس.

أما نظرية فيزساشر (Weizsacher) وكوبير

(Kuiper) فهي من الصنف الرابع أي المجموعة المتبينة لفكرة «زوابع واضطرابات المادة». وقد ظهرت نظرية الفيزيائي الألماني فيزساشر سنة ١٩٤٣ و يرى فيها أن الشمس باجتيازها للفضاءات البينكوكبية قد التقطت كمية هائلة من الغبار الكوني نتجت عنه زوابع تولدت الكواكب عن انصهارها.

وقد تبنت الفلكي الأمريكي كوبير هذه النظرية سنة ١٩٥١ وأضاف بأن كواكب مضيئة أكثر ضخامة من الكواكب الحالية قد خلقت من هذه الزوابع. وعلى إثر المفاعلات الحرارية النووية اللاحقة «بالشمس الأولية» تفتتت الأغشية الخارجية والأصلية للكواكب وتناثرت في الفضاء. وهكذا يمكن تفسير سبب توفر الكواكب الأكثر بُعداً عن الشمس كالمُشتري وزحل على كتلة غازية أهم من كتلتها الصلبة، بينما كواكب كالزهرة والأرض التي تُعد أكثر قرباً من الشمس تتوفر على كتلة صلبة أهم من الكتلة الغازية.

# ميلاد الأرض



## كوكب الأرض

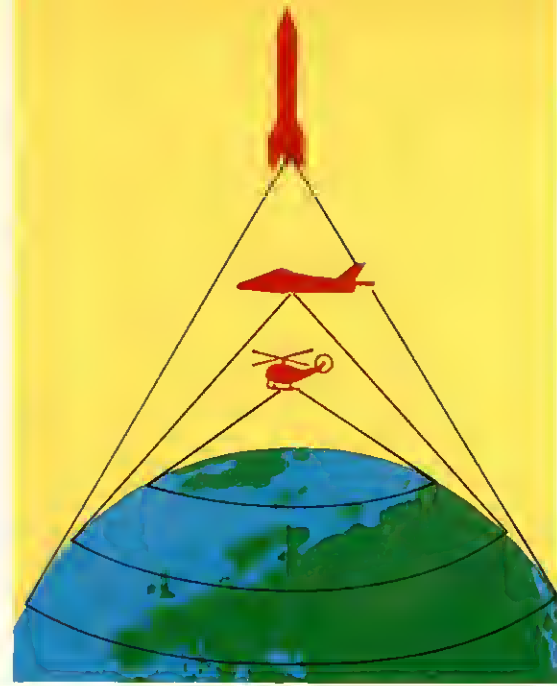
كيف نتحقق من شكل الأرض الدائري؟

تُعتبر الأرض من بين كواكب النظام الشمسي التي اهتم بها العلماء، والتي توفرت بشأنها معلومات دقيقة تهتم شتى مظاهرها وظواهرها الطبيعية. ولا شك أن أصل هذا الكوكب المتميز بالحياة والنظام، لا يختلف عن أصل غيره من الكواكب الأخرى. فالأرض معلقة في الفراغ وتنتقل في الفضاء الواسع وفق قوانين الجاذبية الكونية المحكمة في الاجسام السماوية.

ومن السهل في الوقت الراهن، أن نؤكد أن الأرض كروية الشكل بعد أن ظلت الانسانية طوال قرون تعتقد أنها كانت تعيش على سطح منبسط تحيط به المياه من كل جانب.

وقد كان الفلاسفة الأغريق، وعلى رأسهم فيثاغور وأرسطو، أول من فكر في الشكل الكروي للأرض. إلا أنه كان لابد من انتظار أكبر الاكتشافات الجغرافية والانجازات الملاحية في عصر النهضة لإعادة النظر في كروية الأرض، التي كانت مجرد فكرة لم تُستسغ بعد. واليوم لم يكتف العالم فقط، بالافتناع بأن الأرض كروية الشكل، بل إنه تمكن من معاينة ذلك بفضل الصور الفوتوغرافية لجوانب مستديرة من هذا الكوكب. وخلال رحلاتهم إلى القمر تمكن رجال الفضاء من إرسال صور للكرة الأرضية بأكملها.

يمثل هذا الرسم تصور الأقدمين للأرض. لقد كانوا يعتقدون أن لها شكلاً اسطوانياً يحيط بها بحر تعتبر شطآنه مرتكزاً للثقة السماوية



كلما ارتفعنا عن سطح الأرض كلما ظهر لنا خط الأفق أكثر اتساعاً.

وقد راجحت بعض الدلائل الأولية التي تؤكد أن الأرض مستديرة وكروية، ومنها مايلي:

- الأفق الدائري الذي يتسع كلما ارتفع مستوى المكان الذي نُبصره منه.
- الظل الدائري الذي تعكسه الأرض على القمر خلال خسوفاته.
- الطواف البحري أو الجوي حول القارات وحول الأرض، بحيث إذا حافظنا على نفس الاتجاه في رحلتنا فسنعود إلى النقطة التي انطلقنا منها مُسبقاً.
- الصور المُلتقطة بواسطة المركبات الفضائية.
- الشكل الكروي الذي يظهر لدى كل كواكب النظام الشمسي.

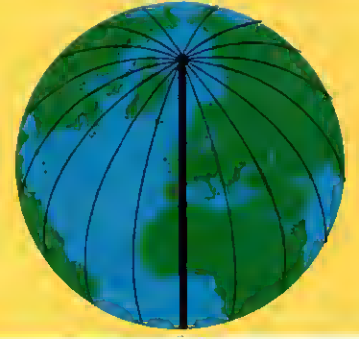
وكل هذه الأدلة، لا تدع مجالاً للشك فيما يتعلق بشكل الأرض الكروي. وفي الواقع، فإن الأرض شبه كرة لأنها مُسطحة بعض الشيء عند القطبين. وقد تمكن الفلكيون من قياس هذا التسطح الذي لا يقلّ إلا بـ ٢١ كلم بالنسبة لنصف القطر الاستوائي، ذلك أن نصف القطر القطبي يبلغ ٦٣٥٧ كلم بينما يبلغ نصف القطر الاستوائي ٦٣٨٧ كلم.

ورغم كون الأرض تظهر لسكانها على شكل كرة ضخمة فهي تُعدّ النظام الشمسي مجرد كوكب صغير مُعلق في فضاء الكون اللامحدود. وإذا أردنا أن ندور حولها انطلاقاً من قِطعنا كل يوم ٢٠ كلم مشياً على الأقدام، فسنستغرق مسيرتنا بدون توقف أربع سنوات.



## بعض الأرقام المتعلقة بالأرض:

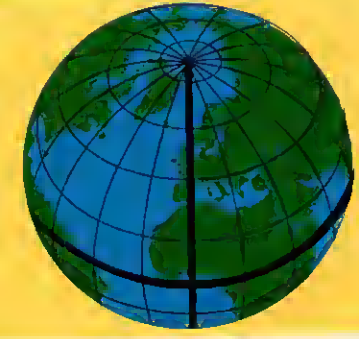
- نصف القطر الاستوائي (أ): ٦,٦٨٧,٢٣ كلم
- نصف القطر القطبي (ب): ٦,٣٥٦,٨٦ كلم
- الكتلة (ك):  $٥,٩٨ \times ١٠^{٢٤}$  كلم
- الحجم (ح):  $١,٠٨٣,٣٢ \times ١٠^6$  كلم<sup>٣</sup>
- الكثافة (ك / ح): ٥,٥١٧
- البعد الأقصى عن الشمس: ١٥٢ مليون كلم
- البعد الأدنى عن الشمس: ١٤٧ مليون كلم
- السرعة المدارية: ١٠٥٠٠٠ كلم / ساعة
- مدة النهار الفلكي: ٢٣ ساعة و٥٦ دقيقة و٤ ثواني
- مدة النهار الشمسي في شهر شتنبر: ٢٣ س و ٥٩ د و ٣٩ ث
- مدة النهار الشمسي في شهر دجنبر: ٢٤ س و ٥٠ د و ٣٠ ث
- مدة السنة الفلكية: ٣٦٥ يوماً و ٥ س و ٩ د و ٤٦ ث
- مساحة الأراضي الطافية: ١٤٨,٩٠٠,٠٠٠ كلم<sup>٢</sup>
- مساحة المياه (دون البحيرات): ٢٦١,٢٠٠,٠٠٠ كلم<sup>٢</sup>
- معدل عمق الأراضي الطافية: ٨٥٠ متر
- معدل عمق المحيطات: ٣٨٠٠ متر
- أعلى قمة جبل (إيفرست): ٨,٨٤٨ متر
- أعمق حفرة (خندق ماريانس): ١١,٣٥٠ م



الخطوط المجرية (الزوايا): أكبر الدوائر التي تمر عبر القطبين.



الدوائر الموازية: وهي دوائر موازية لخط الاستواء.



شبكة الخطوط المجرية والدوائر الموازية.

كيف يتم تحديد نقطة ما على سطح الأرض؟

ما هي الإحداثيات الجغرافية؟

للمدار ومُتساوية البعد مع القطبين. وهو يشطر الكرة الأرضية إلى نصفين، نصف الكرة الشمالي ونصف الكرة الجنوبي.

— المتوازيات، وهي دوائر متوازية مع خط الاستواء، وكل نصف كرة يتوفر منها على ٨٩ متوازيًا وتقاس المسافة الزاوية التي تفصل متوازية عن خط الاستواء بالدرجات وكسور الدرجات، وتعرف بخطي العرض الشمالي والجنوبي.

— خطوط الزوال أو الخطوط المجرية: وهي أطول الدوائر التي تمر من القطبين وهي عمودية بالنسبة لخط الاستواء وعددها ١٨٠. وتُعرف أنصاف الخطوط المجرية إلى ٣٦٠ بالخطوط الظهرية الجغرافية. وبما أن كل خطوط الزوال متساوية الطول، فقد تقرر اختيار احدها وهو الذي يمر بغيريثنويشش بلندن لاقامة الترقيم و يعرف بالخط المجرى الأساسي والمسافة بين مكان ما وبين خط الزوال الأساسي تُعرف بخط الطول الشرقي والغربي.

وقد وضع الفلكيون نقطاً مرجعية على الأرض برسم خطوط وهمية على سطحها في الاتجاهين العمودي والأفقي مما يعطي تزييماً يمكن من تقسيم سطح الأرض إلى عدة مرتعات تُسهل موضعة نقطة معينة في الكرة، وهذا ما يعرف بالإحداثيات الجغرافية

— مدار الأرض: وهو خط خيالي مستقيم تدور حوله الأرض خلال الأربع والعشرين ساعة اليومية.

— القطبان الشمالي والجنوبي: وهما نقطتا التقاء المدار و سطح الأرض.

— خط الاستواء: وهو أكبر دائرة عمودية بالنسبة

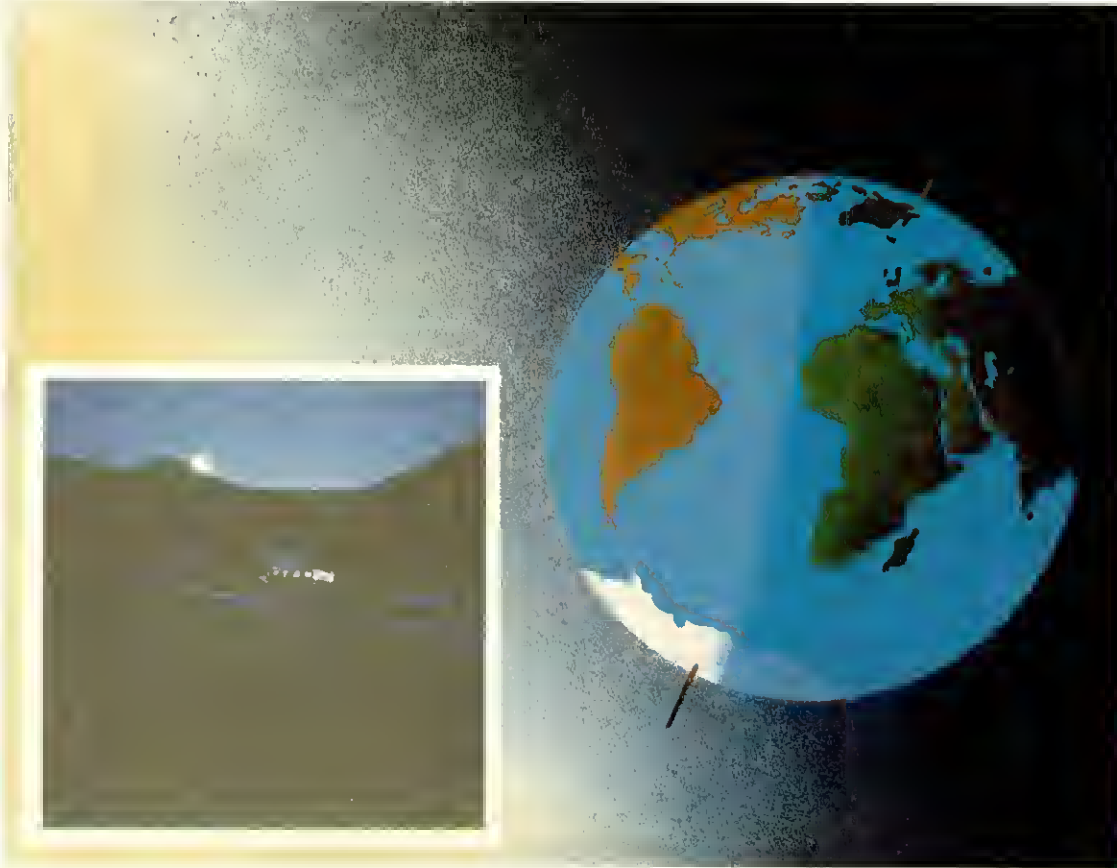
# حركات الأرض

على سطح الأرض في هذه الحركة، ولذلك فانه يصعب علينا إدراك حركة هذا الدوران أو الإحساس باستمراريته. إلا أن هناك أدلة قاطعة تؤكد هذه الظاهرة. ومنها ما أورده جان باتيست غوغليميني (Gugliemini) (١٧٤٠-١٨١٧) حين قام بإنجاز تجربة بُولُونِي (Bologne) الشهيرة فقد أسقط من أعلى بُرْج أسِينِيلِي (Asinelli) كرة معدنية ثقيلة وأثبت أنها خلال سقوطها لم تتبع اتجاه المطمار ولكنها وصلت إلى الأرض بعد أن انحرفت إلى الجهة الشرقية. ونظراً لظاهرة الجَمَادِيَّة، فإن الأجسام التي تهوي من أعلى الشرج كانت تتسم بسرعة خطية أكبر لأنها كانت تبتعد من محور الدّورة الأرضية أكثر من ابتعاد الأجسام الواقعة أسفل البرج. وهي لذلك تقع مائلة إلى الجهة الشرقية. وكانت

عندما تطرقنا إلى الكون عامّةً والنظام الشمسي بصفة خاصة لاحظنا أن كل الأجسام السماوية تتحرك في الفضاء اللامنتهي. وأن الكواكب تنجز حركتين أساسيتين هما: الدّورة حول محورها والدوران حول الشمس. والأرض على غرار جميع الكواكب تقوم بهاتين الحركتين.

## دورة الأرض اليومية

تقوم الأرض، بدّورة حول محورها كل ٢٣ ساعة ٥٦ ثانية وذلك من الاتجاه الغربي إلى الاتجاه الشرقي بمسافة حوالي ٠,٥ كلم في الثانية. ويساهم المحيط الجوي إلى جانب كل ما هو موجود



هذه التجربة قد اعتبرت برهاناً محققاً أثبت دوران الأرض من الغرب إلى الشرق.

أما الدليل الثاني، فيعود إلى تجربة الفيزيائي الفرنسي ليون فوكو (L. Foucault) خلال النصف الثاني من القرن الماضي. ففي البانتيون بباريس قام بإعداد بندول طويل نشر تحت رملاً؛ وبعد زمان معين لاحظ أن آثار البندول قد ابتعدت بعضها عن بعض. وانطلاقاً من النظرية الفيزيائية التي تقول بكون مستوى نوسان البندول لا يتغير ابداً فقد

استنتج فوكو أن تتقل الكرة راجع إلى دوران الأرض من الغرب إلى الشرق. وهكذا كانت ظواهر عديدة كلها ترجع إلى دوران الأرض وبالتالي كانت أدلة على واقعية هذا الدوران. ومن بين هذه الظواهر كذلك الانحراف الذي تعرفه الأجسام حين تتقل بحرية على سطح الأرض، إذ تميل إلى اليمين في نصف الكرة الشمالي، وإلى اليسار في نصف الكرة الجنوبي وهذا ما يعرف بقانون فيريل (Ferrel).

ومن الواضح كذلك، أن الحركة الظاهرية للقبعة السماوية هي نتيجة دوران الأرض. إلا أن من أهم نتائج الدورة الأرضية تعاقب النهار والليل، أو ساعات الضوء وساعات الظلام. وهكذا فأشعة الشمس لا تضيء الكرة الأرضية. وتعرف الدائرة القصوى التي تفصل نصف الكرة المضاء عن نصف الكرة المظلم بدائرة الإنارة. وإذا افترضنا أن كوكبنا الأرضي لا يدور حول نفسه فإن نصف كرتة، سوف يبقى دائماً متمتعاً بنور الشمس بينما النصف الآخر سوف يبقى غارقاً في الظلمة. وبفضل حركة الدوران هذه، فإن كل نقط الكرة الأرضية توجد خلال اليوم الواحد في النصف المضيء، ثم في النصف المظلم بالتتابع، فتكون ساعات الضوء هي النهار وساعات الظلام هي الليل. والنهار والليل هما مكونا اليوم الواحد.

بفصل حركات دوران الأرض نترك كل نقط الكرة الأرضية بالتعاقب من نصف الكرة المضيء إلى نصف الكرة المظلم.

في الصباح : تصل الأشعة الشمسية إلى الأرض مغتبية كل سطحها ولكنها ضعيفة الحرارة لا تدفئ إلا قليلاً.

في الزوال : الشمس تلمع وهي عالية في السماء وتكون أشعتها قوية.

في المساء : تغيب الشمس وتختفي وراء الأفق ويتضاءل نورها.

في الليل : تضيء أشعة الشمس نصف الكرة المعاكس للنصف الذي كنا موجودين فيه أثناء النهار.





## لماذا تختلف الساعات من بلد لآخر؟

المناطق الزمنية وخط تغير التواريخ.

إن ظاهرة دوران الأرض، هي التي يرجع إليها تعاقب الليل والنهار بالنسبة لنصف الكرة الأرضية. فحين يكون أحدهما غارقاً في الظلام يكون الثاني مضاًء بنور الشمس والعكس بالعكس.

وبهدف التبسيط قام العلماء بتقسيم الكرة الأرضية إلى ٢٤ جزءاً تعرف بالمناطق الزمنية. وكلما انتقلنا من نقطة إلى أخرى يجب تغيير الساعة بتقديمها أو تأخيرها ستين دقيقة.

ولنفرض مثلاً أن شخصين انطلقا من نفس المكان ليتجه كل منهما إلى وجهة معاكسة لوجهة الثاني، فإذا قاما بضبط ساعتيهما وفق المناطق الزمنية التي يعبرها كل واحد من وجهته، فإنهما سيكتفيان عند نقطة الانطلاق

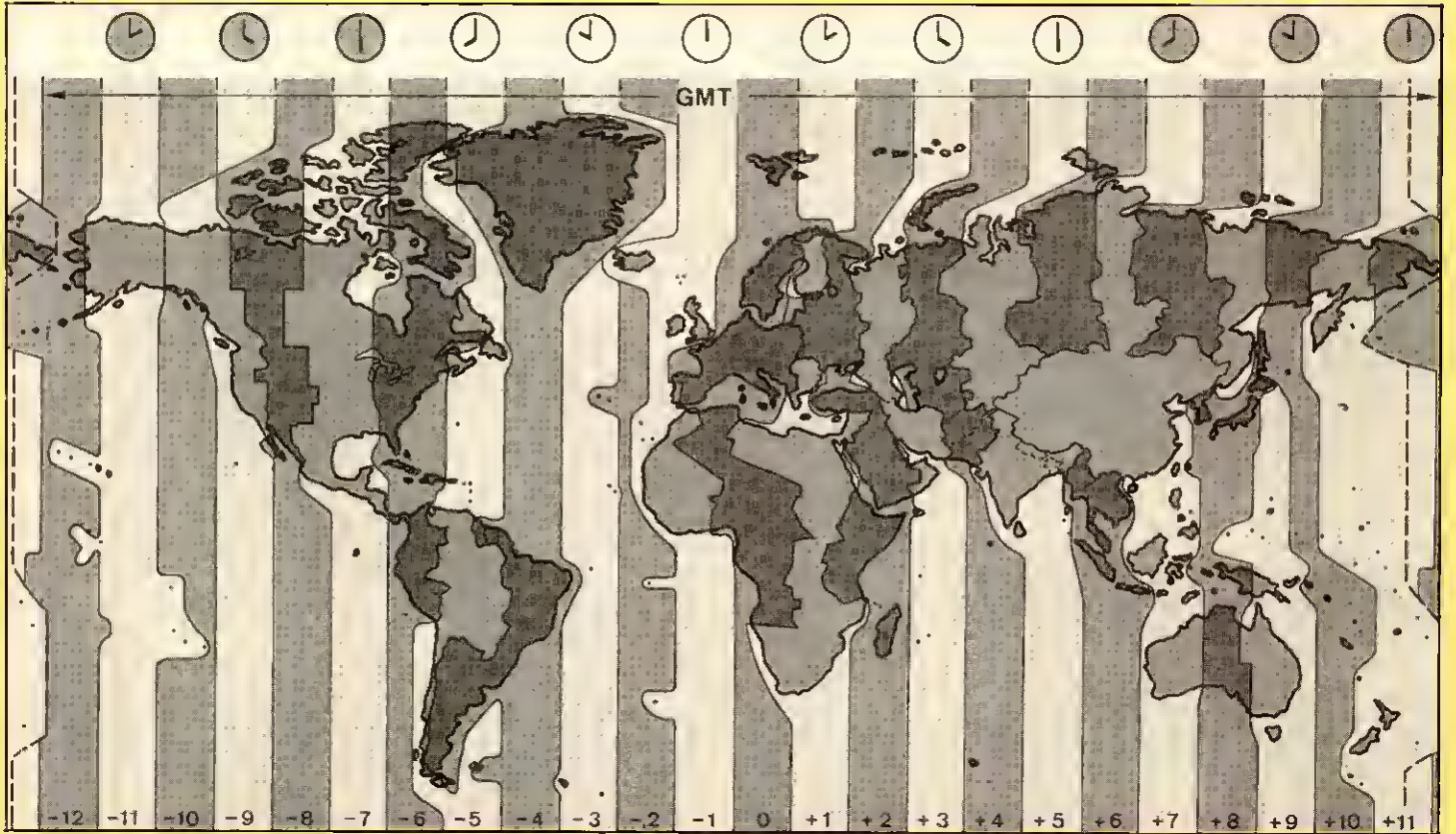
وساعاتهما تشيران إلى نفس التوقيت لكن بفارق يومين.

وهذه الوضعية المتناقضة، قد تم تفاديها بفضل إقامة

خط تغيير التاريخ الصالح لكل المسافرين على اختلاف المناطق التي قد يبتلقون منها أو يتوجهون إليها. وهذا الخط يمد في نصف الكرة المعاكس الخط الهجري الواقع في غرينويتش (الخط الهجري الرئيسي) ثم يخترق المحيط

الهادي. وعندما نأتي من الغرب يجب الاحتفاظ بنفس التاريخ عند اختراق هذا الخط، بينما يجب تقديمه يوم واحد حين نأتي من الشرق. وهكذا تتوافق التواريخ دائماً. المناطق الفلكية التي تقسم الأرض حسب مستوى تسمتها.

مختلف أوضاع الأرض أثناء رحلتها المدارية حول الشمس. نلاحظ انحناء متواصلاً لمحور الأرض والتقلل التدريجي لدائرة التنوير على سطح الأرض.



## دوران الأرض حول الشمس

في نفس الوقت الذي تدور فيه الأرض حول نفسها تقوم كذلك بإنجاز حركة دوران ثانية هامة حول الشمس وتستغرق الدورة الكاملة للأرض حول الشمس ٣٦٥ يوماً وحوالي ست ساعات وهي مدة تعادل السنة الواحدة. وخلال هذه الدورة تقطع الأرض مداراً إهليلجياً وهمياً يُعرف بالمدار الكُسُوفي، وذلك بسرعة خارقة تصل ١٠٨,٠٠٠ كلم في الساعة.

ونحن لا ندرك حركة دوران الأرض بل إننا نعتقد دائماً أن الشمس هي التي تدور حول الكرة الأرضية، كما يحدث حين نكون مسافرين على متن سيارة أو قطار وتظهر لنا الأشياء الخارجية وكأنها تسير في الاتجاه المعاكس لوجهة مسيرتنا. بينما نعرف جيداً أن القطار أو السيارة التي نركبها هي التي تجري بسرعة مُخلّفة وراءها تلك الأشياء.

وهناك دلائل مادية قاطعة تضاف إلى ما سبق، تؤكد أن الأرض، على غرار جميع الكواكب الأخرى تدور حول الشمس.

فالدليل الأول نجده في ظاهرة التنقل الدوري لكوكبات النجوم البروجية. ذلك أنه إذا لاحظنا وضع الشمس بالنسبة لكوكبات النجوم فإنه سيتراءى لنا أنها تتنقل بحوالي درجة واحدة كل يوم. وهذا التنقل الظاهر راجع إلى كون موقعنا بالنسبة للشمس يتنقل بحوالي درجة واحدة كل يوم طوال الكُسُوفي.

أما الدليل الثاني فيمكن استخلاصه من الاختلاف الموجود بين كتلة الشمس وكتلة الأرض. فهناك قانون في الفيزياء الآلية السماوية يُؤكد على أنه في نظام الكواكب ذات الكتل المختلفة والخاضعة للجاذبية، فإن الكوكب الأصغر دائماً هو الذي يدور حول الكوكب الأكبر منه كتلة. وبالنسبة للأرض فإن كتلة الشمس تكبر كتلتها بـ ٣٣٠,٠٠٠ مرة وليس هناك من شك أن الأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس.

ولكي ندرك أهمية نتائج حركة الدوران على الأرض يجب علينا أن نتذكر ما يلي:

- إن محور الأرض يبتقى دائماً مائلاً بـ ٦٦ درجة و ٣٣ درجة مئوية بالنسبة لمستوى المدار.
- إن محور الأرض يبقى متوازياً مع ذاته على كل نقط المدار.

ولو كان محور الأرض عمودياً بالنسبة لمستوى المدار لكان النهار جزءاً في كل مكان إلى اثنتي عشرة ساعة من

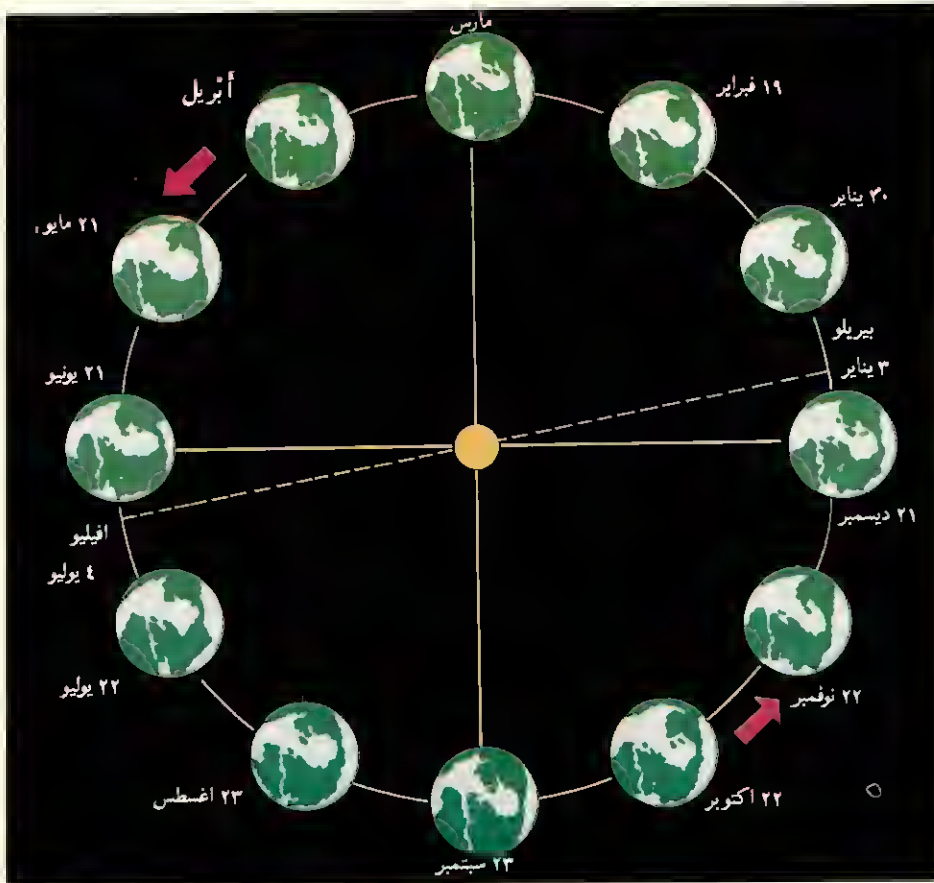
الضوء واثنتي عشرة ساعة من الظلام مما يستحيل معه وجود تعاقب بين الفصول السنوية.

ولفهم هذه الظاهرة، لابد من التذكير ببعض الأفكار والمُعطيات حول اعتدال الربيع والخريف والمُتقلب الصيفي والشتائي.

— ففي ٢١ مارس، في الظهيرة تكون أشعة الشمس عمودية بالنسبة لخط الاستواء، وتُمر دائرة الضوء بين القطبين حيث تسطع على مجموع نُقط الكرة الأرضية لمدة اثنتي عشرة ساعة تعقبها اثنتا عشرة ساعة أخرى تكون فيها تلك النقط مظلمة وهو ما يُعرف باعتدال الربيع.

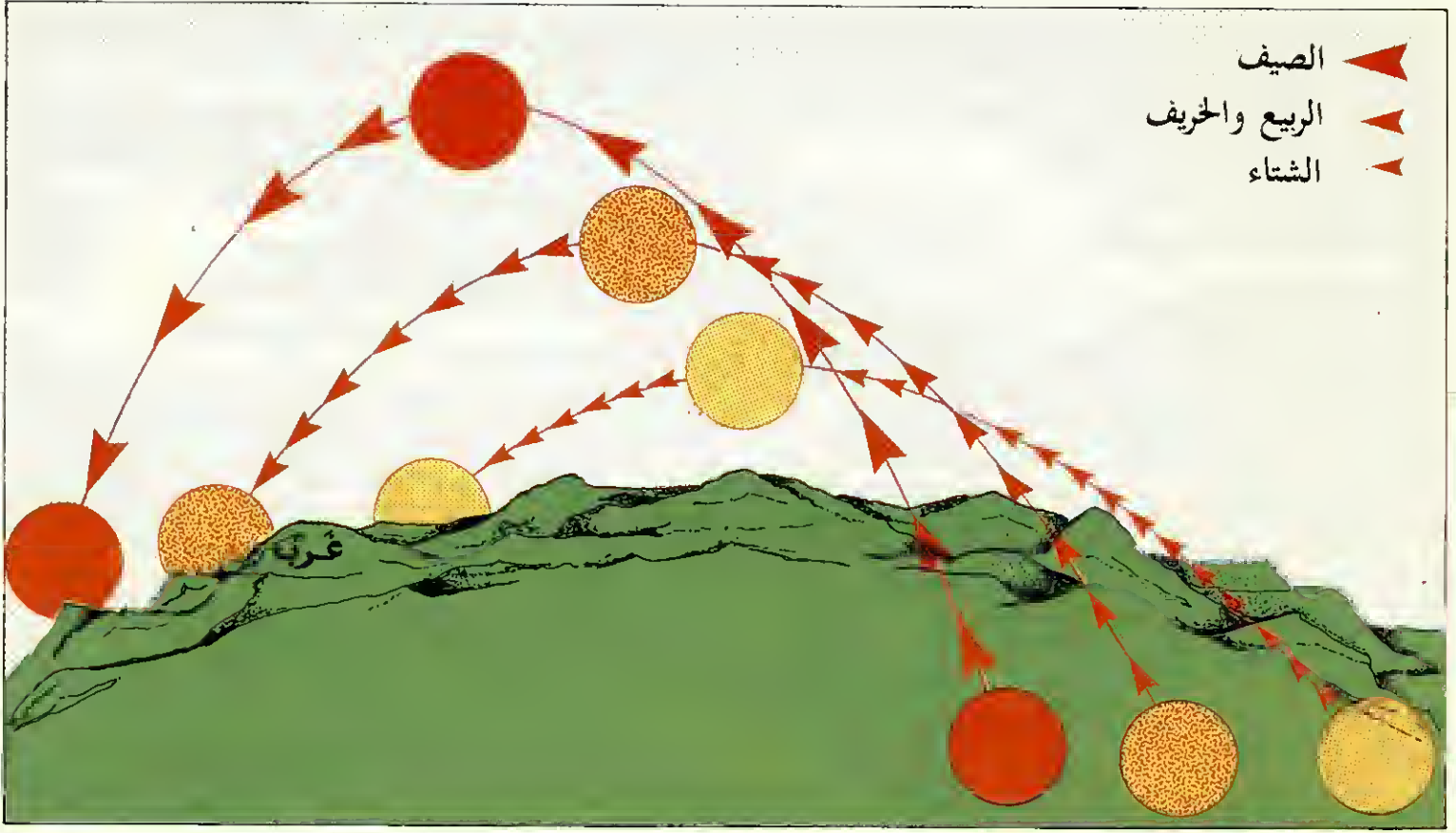
— في ٢١ يونيو، في الظهيرة تسقط أشعة الشمس وهي عمودية في مدار السرطان وهي مُتوازية تقع على خط العرض الشمالي ٣٠ درجة و ٢٧ درجة مئوية. وتُمر دائرة الضوء من الدائرة القطبية الشمالية وتبقى القُتة القطبية الشمالية مضاءة بينما يغرق القطب الجنوبي في الظلام لمدة ٢٤ ساعة. وهذا ما يُعرف بمُتقلب الصيف.

مُختلف أوضاع الأرض أثناء رحلتها المدارية حول الشمس. نلاحظ انحناء متواصلاً لمُحور الأرض والتنقل التدريجي لدائرة التنوير على سطح الأرض.



ما سرتعاقب الفصول  
واختلافها؟

لماذا تتوفر السنة على  
٣٦٥ يوماً؟



مُختلف أوضاع مستوى شروق وغروب الشمس خلال الفصول السنوية الأربعة.

والنهار، كما تُحدد مختلف انحرافات الأشعة الشمسية التي تسبب في تغيّرات درجات الحرارة في مختلف أنحاء الأرض. وبالفعل فكمية الحرارة التي تُوفّرها الشمس تتضاعف كلما ضعفت انحرافات الأشعة الشمسية.

ويُبتدئ الربيع يوم ٢١ مارس. وخلال هذا الفصل تطول الأيام شيئاً فشيئاً، وترتفع درجات الحرارة تدريجياً. وفي نصف الكرة الجنوبي، يبدأ فصل الخريف. وبعد ثلاثة أشهر من ذلك. وفي منقلب ٢١ يونيو، يبدأ الصيف بالنسبة لنصف الكرة الشمالي، حيث ترتفع الحرارة و يتقلص طول النهار. وفي نفس الوقت يعيش نصف الكرة الجنوبي في فصل الشتاء.

وهكذا وبعد ثلاثة أشهر من الاعتدال الثاني، نصل إلى مُعتدَل ٢٣ شتنبر. حيث يبدأ فصل الخريف. وفي هذا الفصل تتقلص مدة النهار وتنقص حرارة الشمس وتُفقد الأشجار أوراقها إيداناً بحلول فصل بارد. ومع بداية الخريف، هناك يكون الصيف قد ساد في نصف الكرة الجنوبي.

— في ٢٣ شتنبر تكون الوُضعية مُماثلة لما هي عليه يوم ٢١ مارس وهو ما يُعرف باعتدال الخريف.

— في ٢١ دجنبر، أثناء الظهيرة تكون أشعة الشمس مُسلطة بشكل عمودي على مدار الجدي. وهو مُتوازية واقعة على خط العرض الجنوبي بـ ٢٣ درجة و ٢٧ درجة مئوية. أما دائرة الضوء فتتمركز من الدائرة القطبية الجنوبية وتبقى القُتنة القطبية الجنوبية تحت أشعة الشمس لمدة ٢٤ ساعة بينما يسود الظلام القُتنة الجنوبية، وهذا ما يُعرف بِمُنقلب الشتاء.

والاعتدالات والمنقلبات، تُمثل إذن المواقع المتطرفة بالنسبة لأشعة الشمس. والتي استقرت بها الكرة الأرضية خلال دَوَرانها.

ففي نصف الكرة الجنوبي، وابتداءً من ٢١ ديسمبر، يطول النهار شيئاً فشيئاً إلى أن يعادل طول الليل في ٢١ مارس و يبلغ أقصى طوله في ٢١ يونيو.

وبعد مُنقلب الصيف، يتقلص النهار شيئاً فشيئاً ليعادل قِصر الليل في ٢٣ شتنبر. و يصل الى حذّه الأدنى في القِصر يوم ٢١ دجنبر.

وتُحدّث نفس الظاهرة في نصف الكرة الجنوبي. ولكن بطريقة عكسية. ذلك أن تغيّرات تَوَير الشمس للكرة الأرضية تؤثر على المدة التي يستغرقها كل من الليل



## المَنَاطِقُ الفَلَكِيَّةُ



ينقسم سطح الأرض بفعل المُثْقَلَيْنِ والدائرتين القطبيتين إلى خمسة مناطق فلكية حسب درجة تَشْمِيسِها، وهي كالتالي:

— المنطقة الحارة: وتقع بين المدارين، ويخترقها خطُ الاستواء، ويكون فيها الطقس حاراً طوال السنة. وتسقطُ الأشعةُ الشمسيةُ هناك دائماً بشكلٍ عموديٍّ. وليس هناك إلا اختلاف بسيط بين درجة حرارة كلٍّ من النهار والليل.

— المنطقة الشمالية المُعتدلة: وتقع بين مدار السرطان ودائرة القطب الشمالي.

— المنطقة الجنوبية المُعتدلة: وهي تمتد بين مدار الجدي ودائرة القطب الجنوبي.

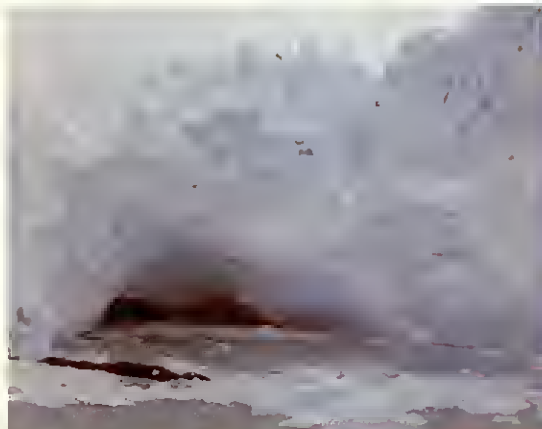
وتتميز المنطقتان بنفس الخصائص، إذ يظهر فيها بجلّاء الاختلاف بين الليل والنهار كما تتباين الفصول بشكل واضح.

— المنطقة الجليدية الشمالية: وتقع بين دائرة القطب الشمالي والقطب الشمالي نفسه.

المناطق الفلكية الخمس التي تقسم الأرض حسب مستوى تَشْمِيسِها.

— المنطقة الجليدية الجنوبية: وهي تقع بين دائرة القطب الجنوبي والقطب الجنوبي نفسه.

و يتعلق الأمر في هاتين المنطقتين بفتحتين جليديتين لا تصلُّهُما أشعة الشمس إلا بكيفية مُنحرفة بحيث أن مفعول دفعها ضعيف جداً. ويتضاعف الاختلاف بين الليل والنهار كلما اقتربنا من القطب الذي يعيش على التوالي ستة أشهر في الضوء وستة أشهر في الظلام.



# بِنْيَةُ الْأَرْضِ

إنَّ ما تَوَصَّلَ إليه الجيولوجيون المهتمون بِدراسة بنية الأرض يقف عند معرفتهم للجانب الخارجي والسطحي من الكرة الأرضية إذ لا يتعدى العمق الذي سَبَرُوهُ ثمانية كيلومترات.

وهكذا فنحن لا نتوفَّر إلا على معلومات ضئيلة بشأن البنية الباطنية لكوكبنا. وما يُمْكِنُ تأكّيده في هذا المضمار هو أن كثافة المواد تضاعف تدريجياً في اتّجاه باطن الأرض وأن درجة الحرارة ترتفع بدرجة مئوية كلّ ثلاثين متراً من العمق. إلا أنه بفضل الدراسات المُقارنة للأحجار

وصُهارات البراكين والأرْجام استخلص الجيولوجيون عدّة فَرَضِيَّات جعلَتْهم يعتقدون أنَّ المواد التي تُشكِّل كوكبنا مُتَضَدَّة على شكل طبقات متراكزة.

وحَسَبَ فَرَضِيَّة حَدِيثَةٍ فإن الطبقة الأولى وهي التي تظهر على سطح الأرض هي قشرة الأرض وهي مكوّنة أساساً من سيليكات الألمنيوم و يبلغ سمكها عدّة عشرات من الكيلومترات. وتغطّي ثلاثة أرباع سطح القشرة الخارجي بالبحار والمُحيطات. أمّا الطبقة الثانية فهي المنطقة الصهارية حيث تكون



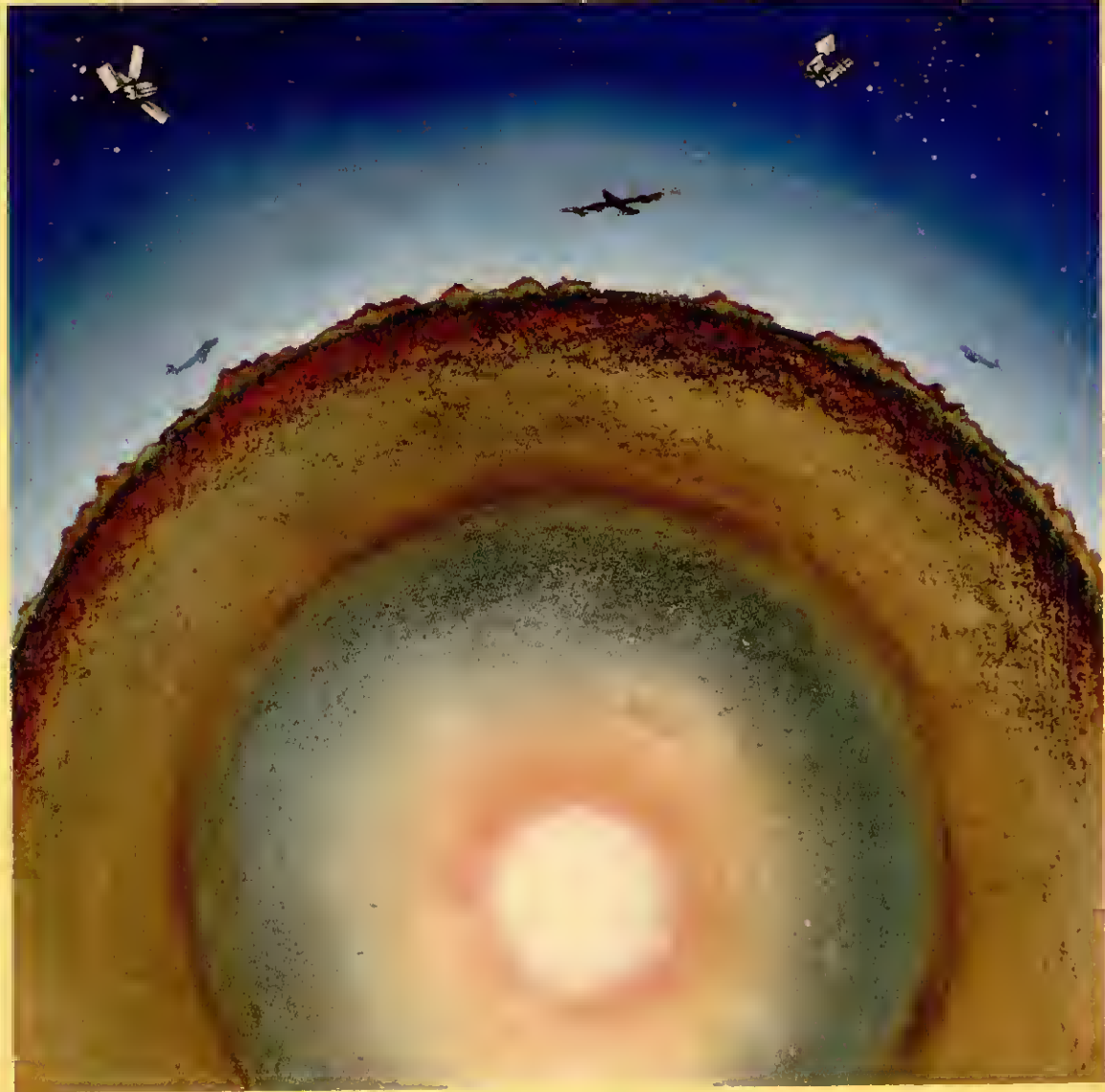
الصخور، وخاصة فلزات المنيسيوم، على الحالة العجينة بفعل تعرضها للحرارة المرتفعة هناك. وتُعرف هذه الطبقة بالبيروسفير (بور بالاغريقية : النار) وفيها توجد الأحواض الصحايرية وهي عبارة عن خزانات من الحمم المذاب الذي يخرج عادة من البراكين و يقدر سمك البيروسفير بما يناهز ٥٠٠ كلم.

أما الطبقة الثالثة فهي الطبقة الأكثر سمكاً وكثافة. وتُعرف بنواة الأرض أو مركز الأرض. وتقسّم الى جزئين وهما: الغلاف الخارجي، المكون من أكسيدات المعادن ومن سلفور الكروم. ثم النواة الباطنية المكوّنة أساساً من التيكل ومن الحديد. ويعتقد أن نواة الأرض ذات سمك يفوق الـ ٥٠٠٠ كلم.

## ماذا يوجد في باطن الأرض؟

وعلى سطح القشرة وبداخلها توجد المياه التي يتكون منها المحيط المائي (غلاف الأرض المائي)، وهناك المحيط الهوائي أو الجو المتكون من خليط الغازات المعروفة عادة بالهواء وهو ينتشر فوق القشرة الأرضية. أما المحيط الحيوي الذي هو ميدان الحياة فيمتد بين المحيط المائي والمحيط الهوائي

إن دراسة الصخور والمواد البركانية والأحجار النيزكية قد مكنت العلماء من التّحقّق من توفّر الأرض على نواة مركزية مكوّنة من معادن ثقيلة قد تكون ولا شك هي الحديد والتيكل. ويوجد خارج النواة الأرضية غشاء يتكون أساساً من الصوانات (سيليكات) المنيسيوم. وهذا الغشاء مغطي بالقشرة الأرضية التي تختلف عن الطبقات الباطنية من حيث الخصائص والتكوين.





## لماذا عُثِرَ على مُتَحَجَّرَات بَحْرِيَّة فِي بَعْضِ الْجِبَالِ؟

### طَفَاوَةُ الْقَارَات

بعد أن تكونت الأرض، وتشكلت، كانت حرارتها بدون شك مرتفعة لكونها تحتوي أساساً على صخور متوهجة والتي قد تكون آنذاك سائلة حتى على السطح. كما هي عليه الآن حين تخرج من البراكين. وشيئاً فشيئاً وبمرور ملايين السنين بدأت الأرض تبرد، وكونت من الصخور الخفيفة قشرة خارجية صلبة تغطي كرتها.

وامتداد المحيطات ومساحتها تتجاوز بكثير مساحة القارات. وتقع أغلب الأراضي الطافية فوق البحاري نصف الكرة الشمالية. بينما تغطي المساحات المحيطية الشاسعة على نصف الكرة الجنوبي.

و يظهر من خلال الدراسات المتعلقة بهذا الميدان أنه في الماضي البعيد، كانت القارات متجمعة في كتلة واحدة تطفو فوق المحيط الواسع، وما لبثت أن تصدعت وانقسمت بعد ذلك إلى قارات مُعزلة تباعدت بعضها عن بعض. وتُعرف هذه النظرية بطفَاوَةِ القَارَات. وعند مُعَايَنَةِ شَوَاطِيءِ أَفْرِيقِيَا وأمريكا الجنوبية على أَطْلَاسٍ جُغْرَافِيٍّ نُلَاحِظُ أَنَّهَا مُشَكَّلَةٌ عَلَى نَحْوِ تَسْتَطِيعِ مَعَهُ أَنْ تُنْذَمَجَ إِحْدَاهُمَا فِي الأُخْرَى. وَإِذَا قُمْنَا بِكَزْرِ رَسْمِ هَذِهِ الشَوَاطِيءِ عَلَى وَرَقَةٍ وَقَطَعْنَا حَسَبَ تَخْطِيطِهَا وَقَرَّبْنَا إِحْدَاهَا مِنْ

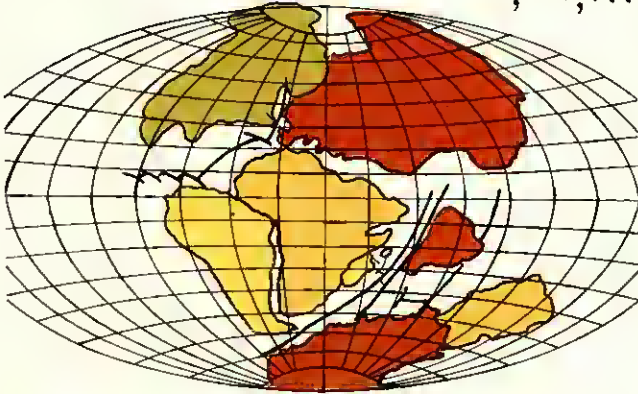
الأخرى فسنجد أنها تتطابق بشكل واضح. وهذه التجربة من الدلائل القاطعة التي تُدْعِمُ نَظْرِيَّةَ طَفَاوَةِ الْقَارَات. و يظهر هذا التأكيد كذلك من خلال عُنْصَرٍ آخَرٍ وَهُوَ أَنَّ الصَّخُورَ الَّتِي تُوجَدُ عَلَى شَوَاطِيءِ الْقَارَتَيْنِ الْمُتَوَاجِهَتَيْنِ تَتَمَيَّزُ بِنَفْسِ الْخَصَائِصِ مِنْ حَيْثُ التَّكْوِينِ وَالتَّيَّابَاتِ الَّتِي تُغْرَسُ فِيهَا وَبَقَايَا الْأُخْفُورَاتِ الَّتِي وَجَدَتْ بِهَا.

### النَّظَرِيَّاتُ التَّشَقُّقِيَّةُ

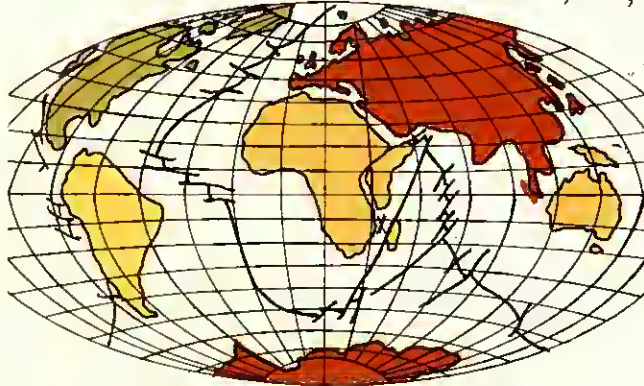
ترتكز نظرية طفَاوَةِ القَارَات كذلك على فَرَضِيَّةٍ أُخْرَى

يظهر أنه خلال حقبة زمنية بعيدة كانت القارات كلها متجمعة في كتلة واحدة طافية فوق محيط كبير و يظهر أن هذه الكتلة قد تعرّضت للتشظي فيما بعد لتتقسم في عدة أماكن، مما نتج عنه تكون قارات متفرقة. وقد انتهت هذه القارا إلى الابتعاد تدريجياً بعضها عن بعض إلى أن أصبحت على النحو الذي هي عليه حالياً. يمثّل الرسم ٤ وضع الأراضي الطافية قبل ٥٠ مليون سنة. وهي وضعيّة نتجت عن حركة الانفصال القارّي.

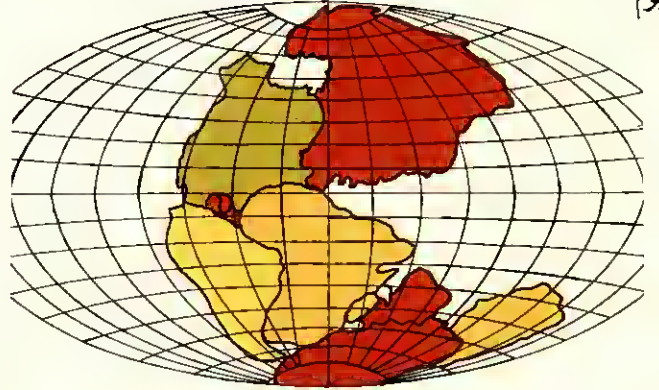
بين ٥٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة



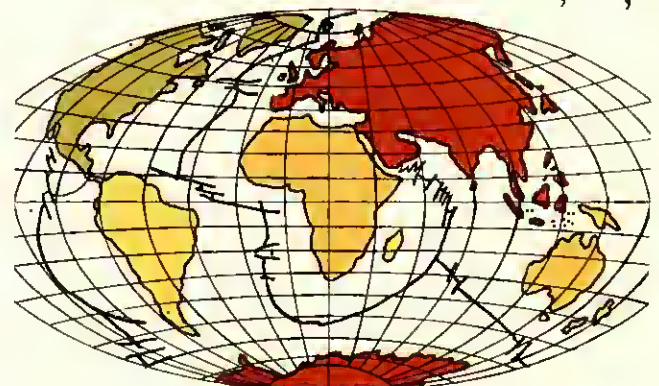
سنة ماضية ١٣٥,٠٠٠,٠٠٠



اليوم



سنة ماضية ٢٠,٠٠٠,٠٠٠



مفادها أن القارات نفسها مكوّنة من صخور خفيفة تطفو فوق طبقات صخور تفوقها من حيث الثقل والتماسك والصلابة.

والاكتيكال الذي تسببه الرياح والمياه للأرض قد بدأ مفعوله منذ آلاف السنين. وفي ذلك ما قد يسبب انجراف المواد القارية نحو البحار ونحت كلّ التضاريس وتسوية كل المنخفضات الأرضية. وبذلك ستكون الأرض كلها دائرية ومغطاة بالمياه، إلا أن الأمر لم يكن كذلك فَمَعَ تعرض الأراضي الطافية للانجراف والانتحات فإن القارات التي يخف ثقلها تدريجياً ترتفع. وتُفَارَنُ نظرية التضاغطية بين الأراضي الطافية وبين ألواح الشلج التي ترتفع عن مستوى الماء كلما استمرت في التدوّبان. وهذه النظرية تدعم ظاهرة توازن قشرة الأرض الناتج عن اختلاف كثافة أجزائها. والنظريات التي أوردناها، لا تأخذ بعين الاعتبار فقط الاختلاف بين توزيع الأراضي الطافية والمحيطات على كوكبنا ولكنها تعنى كذلك بأصل القوى التضاغطية التي يرجع أصلها إلى تكوّن الجبال. وحسب النظريات ذات المصدقية في هذا المجال، فإن القوى التضاغطية قد ظهرت خلال تحرك القارات وتقدمها. ذلك أنه من المحتمل أن تكون قد رفعت جزءاً من الكتل المتوهجة الموجودة على قشرة الأرض مما

تسبب في تكوّن تعاريج في القشرة الأرضية نفسها. وهكذا تكوّن الطبقات التي كانت موجودة في قعر البحار قد ارتفعت ببطء لتكوّن منها سلاسل الجبال الحالية. ذلك أننا نجد في قمم الجبال أحفورات تشبه تلك الأصناف البحرية التي لا زالت على قيد الحياة في الوقت الراهن. ويمرور آلاف السنين ارتفعت الطبقات المختلفة مجتمعة في المرحلة الأولى ثم وقعت ثانية على ذاتها مكوّنة الشايات والتعاريج. وقد ظهرت عدة فرضيات حول أصل هذه الطبقات، وتلك التعاريج والشايات. ومن أحدثها تلك الفرضية التي تدعى أن الطبقات الرسوبية قد ارتفعت تحت ضغط قوة دافعة عمودية إلى أن وصلت إلى مستوى معين في علوها، فأنزلت بعد ذلك نحو الأسفل، فتكوّنت لها تعاريج ذات مظاهر متفاوتة التعقيد والعرابة.

وهكذا فحين نقوم بحفر بئر عميقة في إحدى الأراضي الرسوبية، نلاحظ أنه كلما أمعنا في التعمق نقف على طبقات تكون أكثر قدما كلما كانت سُفلية أكثر. ويحتمل كذلك أن تكون تلك التعاريج والشايات خلال العصور القديمة قد تسببت في تضيق الطبقات على نحو عكسي، إذ تكون الطبقات القديمة فوق الطبقات الحديثة. ذلك أنه في بعض الحالات حين نتعمق في حفر البئر نجد طبقات حديثة تحت طبقات أقدم منها.





# القمر

مربع. و يظهر هذا الكوكب لأنظارنا كبير الحجم لكونه قريباً منا إذ تبلغ المسافة التي تفصل بينه وبين الأرض ٣٨٤,٠٠٠ كلم.

وعلى غرار الأرض، فالقمر جسم كثيف وصلب و بارد ولذلك فهو كسائر الكواكب الأخرى. ولا يجوز أن نتخدد بنوره لأنه يستمدّه من أشعة الشمس. فسطحه يعمل وكأنه حائط أبيض ينعكس نوره على كل ما حوله من أشياء. وبإمكاننا أن نلاحظ بالعين المجردة أن سطح القمر تكسوه بُقع ومناطق داكنة. وقد سبق لغاليلي، أن قام بدراسة هذه السقع التي حاول التعرف عليها بواسطة منظاره الفلكي، وكان بذلك أول من اكتشف أن سطح القمر يتميز بخشونة واضحة. واليوم وبفضل الراصدات القويّة والمركبات الفضائية تمكّن العلماء من وضع خريطة حقيقية للقمر، أعطيت فيها صفة البحار والمُحيطات لِمِساحات مشاهير الأعلام بقمم الجبال وقوّهات أضخم البراكين.

## حركات القمر

إلى غاية ١٩٥٩ لم تكن نتعرف سوى نصف الكرة القمرية ذلك أنه نظراً لتحركه يُخفي عنا دائماً نصفه الثاني. إلا أنه بفضل بعثة فضائية سوفياتية على متن لوناك 3 مُجهّزة بالآلات التصوير الفوتوغرافي، أمكن استكشاف النصف الثاني المُختبئ. وقد أثبتت الصور المُلتقطة أن ذلك النصف الثاني الغامض يتميز بنفس الخصائص والمظاهر التي نعرفها عن النصف الظاهر للعيان. ويُنتج

بفضل الراصدات القويّة والمسابير الفضائية المتطورة استطاع الإنسان أن يتحقق من الشكل الحقيقي للقمر ويعرف أن سطحه جبلي وغير مُستو. والصورة جانبه تُظهر لنا جزءاً من سطح القمر يعرف ببحر الزوايع.

يُعتبر القمر من الكواكب الأليفة التي تحظى باهتمامنا بعد الشمس لمعايشتنا له يومياً. وغالباً ما نعتقد حين ننظر إلى قرصه، أنه بنفس حجم الشمس تقريباً. بينما يصغرها بكثير، بل هو أصغر حجماً حتى من الأرض. وقد قدّر الفلكيون قطر القمر بـ ٣٤٨٢ كلم وهو مقياس يعادل حوالي ربع قطر الأرض. أمّا كتلته فهي أصغر من كتلة الأرض خمسين مرة. ولا تتعدى مساحته ٣٨ مليون كلم





القمر ثلاث حركات:

- دَوْرَة حَوْل مَدَّارِهِ وَتَسْتَعْرِق ٢٩ يَوْماً وَنِصْفَ يَوْمٍ.
- حَرَكَةُ دَوْرَانٍ حَوْل الْأَرْضِ تَدُومُ كَذَلِكَ ٢٩ يَوْماً وَنِصْفَ يَوْمٍ.
- حَرَكَةُ ائْتِقَالِيَّةٍ حَوْل الشَّمْسِ وَتَسْتَعْرِقُ سَنَةً كَامِلَةً.

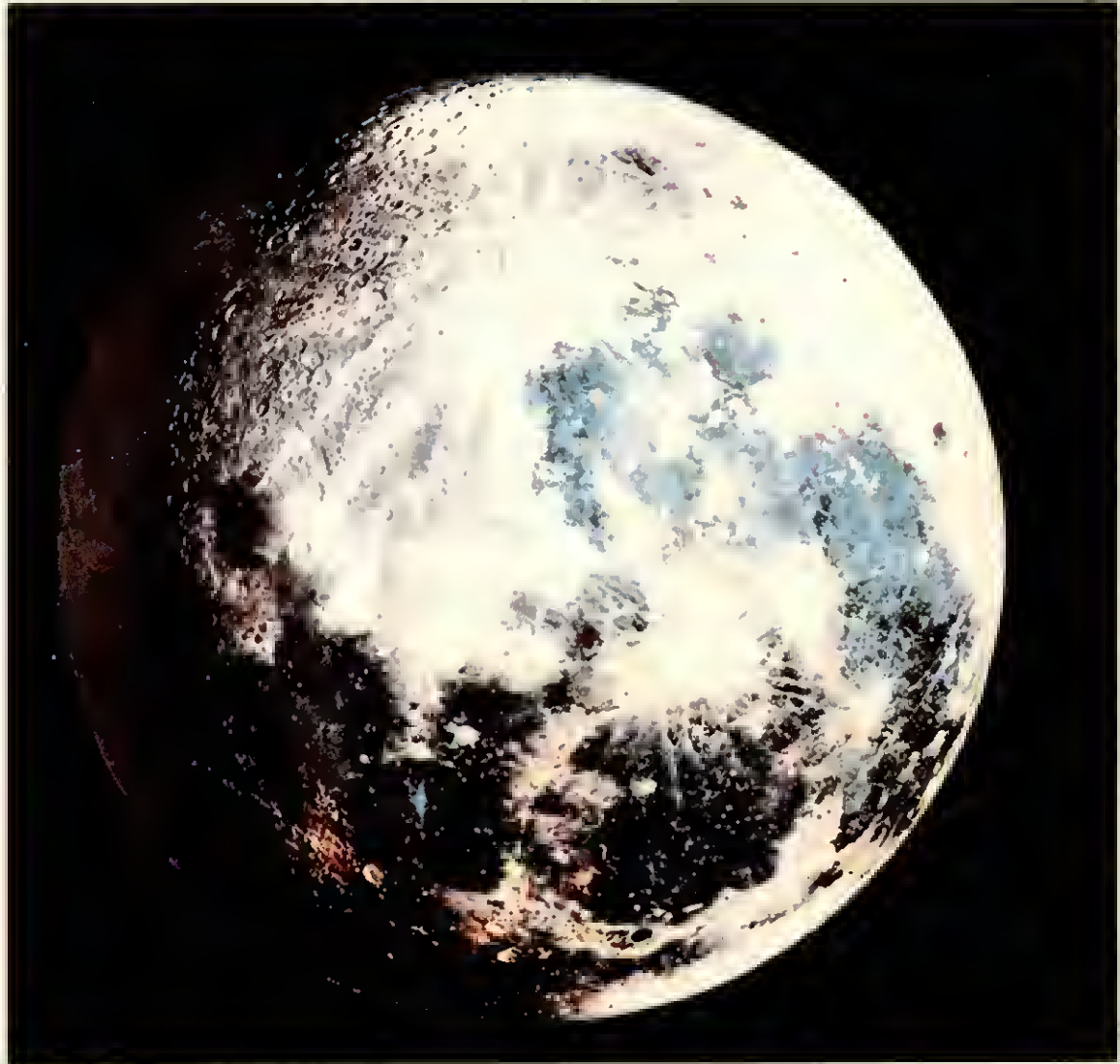
وَنَظَرًا لَكَوْنِ الْحَرَكَاتِ الثَّلَاثِ تَتَمُّ فِي نَفْسِ الْوَقْتِ فَإِنَّ الْقَمَرَ يَظْهَرُ لَنَا دَائِمًا عَلَى وَضْعٍ وَبِنُورٍ مُخْتَلِفَيْنِ. وَبِالْفِعْلِ، فَحِينَ نُعَايِنُ هَذَا الْكَوْكَبَ فِي اللَّيَالِي الصَّافِيَةِ لِمُدَّةِ شَهْرٍ

هَذِهِ الصُّورَةُ الْوَاضِحَةُ لِلْقَمَرِ تَبَيِّنُ الْمَنَاطِقَ فِي الْخَلْفِيَّةِ الْمُضِيئَةِ فِي الْكَرَةِ الْقَمَرِيَّةِ. وَتُمَثِّلُ الْبُقْعَ الدَّاكِنَةَ الْبَحَارَ الَّتِي قَدْ تَبْلُغُ سَعَتَهَا مَقَايِيسَ هَائِلَةٍ وَمِنْ أَشْهُرِهَا «بَحْرُ الزُّوَابِعِ» الْمَشْهُورِ.

وَعُمَلُ مَجْمُوعِ الْأَجْزَاءِ الْمُتَنِيرَةِ الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ وَتَحْمِلُ اسْمَ «الْأَرْضِ».

### بعض الأرقام المتعلقة بالقمر

- نِصْفُ الْقَطَرِ : ١٧٣٧,٩ كلم (رَبْعُ نِصْفِ قَطَرِ الْأَرْضِ)
- الْكُتْلَةُ : ١/٨١ مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ
- الْكثَافَةُ : ٣,٣٦ غ/سم<sup>٣</sup>
- الْحِجْمُ : ١/٤١ مِنْ حِجْمِ الْأَرْضِ
- الْبُعْدُ الْأَدْنَى عَنِ الْأَرْضِ (الْأَوْج) : ٤٠٥,٥٠٦ كلم
- الْبُعْدُ الْأَدْنَى عَنِ الْأَرْضِ (الْحَضِيض) : ٣٦٣,٣٠٠ كلم
- مَعْدَلُ الْمَسَافَةِ : ٣٨٤,٤٠٣ كلم
- السَّرْعَةُ الْمَدَّارِيَّةُ : ٦١,٢٠ كلم / س
- الدَّوْرَانُ الْفَلَكي : ٢٧٦ يَوْمَ ٧ سَ وَ ٤٣ دَ وَ ١١ ثَ
- الدَّوْرَانُ الْاِقْتِرَانِي : ١٩ يَوْمَ ١٢ سَ وَ ٤٤ دَ وَ ٣ ثَ



## لماذا لا يظهر لنا من القمر سوى جزء منه أحيانا؟

كمايل، فإننا سوف نراه تارةً مُكتملاً وتارةً أخرى لا يظهر لنا سوى نصف كرتيه. وطوراً آخر يحجب عن أعيننا تماماً. وتُبيّن لنا أوجه القمر التي نشاهدها مُختلف المظاهر التي يتخذها خلال ٢٩ يوماً ونصف يوم التي تستغرقها مُدة دَوْرانه حول الأرض. وتَتَلَحَّظُ الأوجه الأساسية بفواصل مُنتظمة مُدة كل واحد منها سبعة أيام وتسع ساعات، وذلك على النحو التالي:

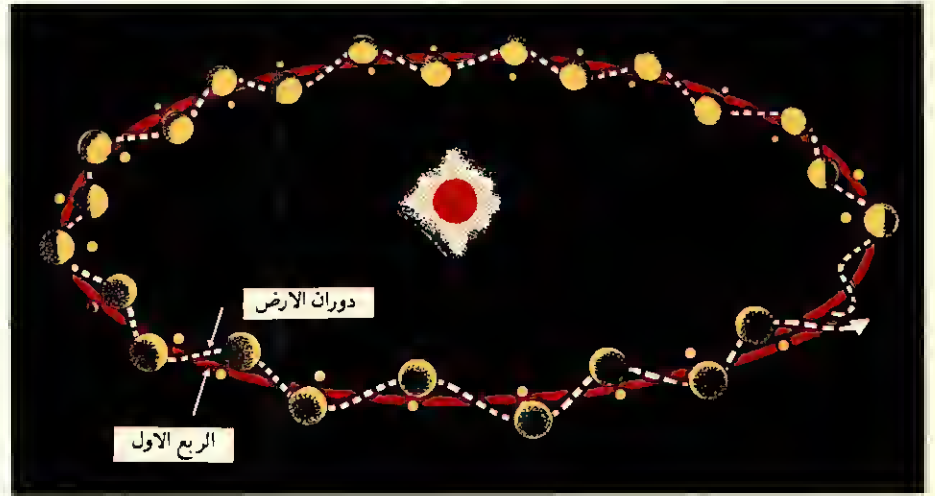
— الوجه الأول أو الهلال: في بداية الحَلَقَة يوجد بين الشمس والأرض. وفي هذه المرحلة يكون نصف كرة القمر المُقابل للشمس هو المُضاء والظاهر للعيان بينما

يُبقى نصف الكرة المُواجه للأرض مُخْتَفِياً وغير ظاهر. ولهذا السبب يحتجب القمر عن أنظارنا ولا يظهر في السماء. وفي حالة طُهور الهلال أو الغُرة فإن الشمس والقمر يُشْرَقان في نفس الوقت ويغربان في نفس الوقت تقريباً.

— الوجه الثاني، أو رُبُع القمر الأول: وفي هذه المرحلة يكون الجزء المُستدير من القمر متجهاً نحو الغرب و يظهر القمر على شكل هلال. وبعد مرور أسبوع على الوجه الأول يتأخر بزوغ القمر يوماً عن يوم. وفي المرحلة الأولى من الربع الأول يظهر في الأفق طُهوراً ويختفي حوالي منتصف الليل، ولا نرى سوى نصف قُرْصه الذي تتمكن الشمس من إضاءته.

— الوجه الثالث أو البدر: بعد سبعة أيام من المرحلة الثانية يكون القمر قد اتخذ وضعيّة مُعارضة قُطْرٍ يا مع وضعيّة الهلال. وهي ما يُعرف بالمفهوم الفلكي «بوضعيّة التَقَابُل». ويكون قُرْص القمر كلّهُ متنوراً بأشعة الشمس. وفي هذه المرحلة يشرق القمر في الوقت الذي تَغيب فيه الشمس ويبقى مُتألفاً طوال الليل.

— الوجه الرابع أو رُبُع القمر الأخير: في هذه المرحلة تكون حَلَقَة التسع وعشرين يوماً، أو الشهر القمري على وشك الانتهاء. والقمر في هذه المرحلة يُشرق في منتصف الليل، ويغيب في منتصف النهار. وهو نصف مُضاء ويكون طرْفُه المُستدير متجهاً نحو الشرق وهو ما يعرف بالقمر المُتناقض.

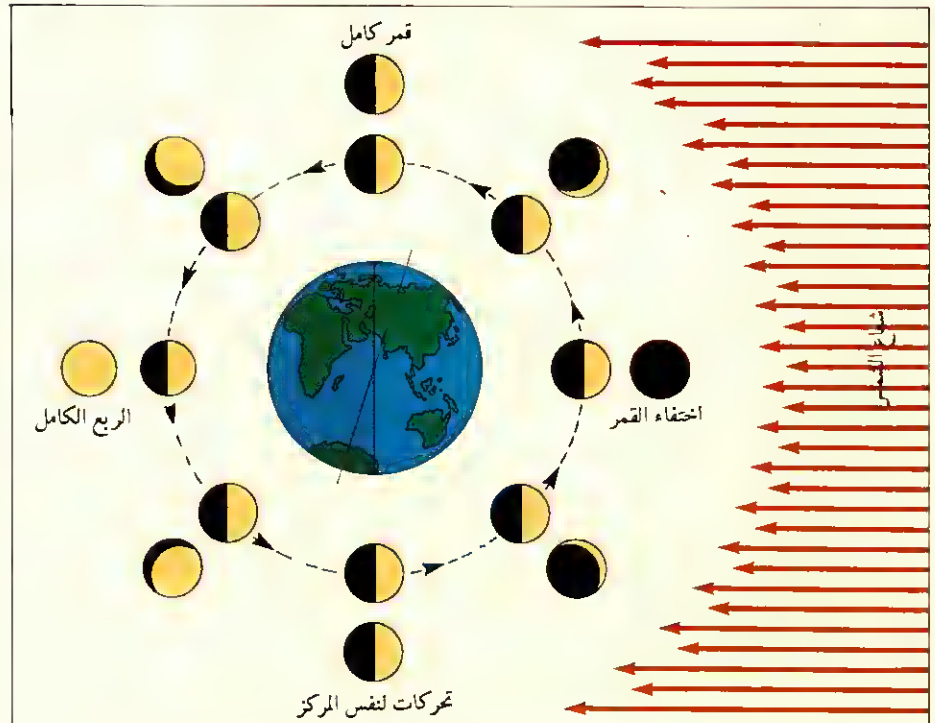


## خُسُوف القَمَر

يُمكن مُعاينة خُسُوفات القمر أثناء بعض الليالي التي يظهر فيها البدر. وهذه الخُسُوفات على غرار الكُسُوفات تكون إما كامِلة أو جُزئية وذلك مرهون بمَدَى تَمَكُّن مَخْرُوط ظِل الأرض من اكتساح القمر كلّهُ أو جُزءٍ منه فقط. وأثناء الخُسُوف تُوجد الأرض بين القمر والشمس.

يدور القمر حول الأرض التي تدور كذلك حول نفسها وحول الشمس. وعليه فمدار القمر لا يمكن أن يكون على شكل خطٍ متماسك، بل عن خطٍ متعرج يعرف بالدَوْرِي الفَوْقِي.

من خلال الرسم تُظهر مُختلف أوجه القمر كما نراها من الأرض (أعلاه) وكما تبدو لنا حين تكون تحت مستوى المدار الأرضي (أسفله).



## الرحلات إلى القمر:

### الصورة ١ :

الأميريكيون الثلاثة الذين ساهموا في أول رحلة قمرية وهبطوا فوق سطح الكوكب: أمسترونغ والدرين وكولينس

### الصورة ٢ :

أمسترونغ وهو على سلم المركبة الفضائية ليم.

### الصورة ٣ :

أمسترونغ وهو يخطو أولى الخطوات التاريخية على سطح القمر. و يقوم بوضع علم بلاده على أرضية الكوكب.

### الصورة ٤ :

أمسترونغ وهو يعود إلى المركبة ليم، بعد أن وضع المعدات والأجهزة العلمية على سطح القمر.

يُعتبر القمر من أهم الكواكب بعد الشمس، التي حظيت باهتمام الإنسان. وقد كان دائماً موضع التخمينات والأحلام والمغامرات، الخيالية للعقل الإنساني.

وكانت سنة ١٩٥٧ تاريخاً مهماً في حياة الانسانية حيث بدأت الرحلات الفضائية مع إطلاق القمر الاصطناعي سبوتنيك ١ الذي أنجز مداراً حول الأرض. وهكذا بدأ الحلم الإنساني يتحقق تدريجياً. وبعد هذه الانطلاقة الأولى توالى الرحلات في اتجاه القمر بهدف الحصول على المعلومات الدقيقة بشأن هذا الكوكب. وهكذا حصلنا على أول صورة فوتوغرافية بواسطة لونا ٣







سنة ١٩٥٩ تظهر فيها الواجهة الخلفية للقمر، اما لونا ١٣  
فقد توصلت الى تصوير فوتوغرافي لسطح القمر كله.  
وفي سنة ١٩٦٩ تمكن الإنسان من الهبوط على سطح  
القمر وخطو خطوة جسارة في تحقيق أحلامه.  
وكان نيل أرمسترونغ وادوين من أرضية القمر ووضع  
الآليات والتجهيزات اللازمة للبحث والإستكشاف،  
التحقا برقيقهما كوليس الذي بقي على ظهر المركبة أبولو  
٢ يدور حول القمر. وهكذا بدأت المغامرة التاريخية  
ومازالت مستمرة إلى اليوم.



الصورة اليسرى اعلاه، قطعة من إحدى الصخور القمرية  
حملها إلى الأرض طاقم المركبة الفضائية أبولو ١٢

الى اليسار:

قطعة صخرية مُضاعة بفعل التور المستقطب.

إلى أسفل:

فوهة على سطح القمر. وتوجد به فوهات عديدة مَهُولَة من  
حيث عمقها ومقاييسها.



# اصل الحياة



## أصل الحياة



حين نتأمل مخلوقات الله تعالى التي لا تُعد ولا تحصى والتي تنتشر في أرجاء المعمور. تتساءل مباشرة عن أصلها الأول وكيف تم خلقها. ومنذ العصور القديمة الى يومنا هذا والتقاش مازال حاداً حول أصل الحياة.

كان أرسطو، وهو فيلسوف إغريقي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد. يعتقد أن بعض أصناف الحيوانات والنباتات قد تولدت بصفة تلقائية من المادة اللاعضوية كالأحجار والوحل والشعر. واشتهرت فكرته هذه تحت اسم «نظرية التوليد الذاتي أو التلقائي». ومفادها أن المادة تتوفر في بعض أجزائها على عنصر نشيط بإمكانه توليد كائن حي إذا توفرت له بعض الظروف الملائمة. وقد شاعت هذه النظرية ورأى فيها الجميع آنذاك حقيقة مطلقة لمدة قرون بعد ذلك لكون أرسطو كان سلطة علمية في عصره.

وهكذا ظهرت عدة أساطير نُسجت حول التوليد التلقائي وشاعت ادعاءات المسافرين عن وجود بلدان عجيبة يتولد فيها فراخ البط والخرفان عن الفواكه والأشجار. وفي القرن السابع عشر أورد الطبيب البلجيكي فان هيلمونت (V. HELMONT) منهجية لتوليد الفئران في مدة ٢١ يوماً، و يكفي لتحقيق ذلك أن يُترك قميص وسخ في أحد الأركان مع حبات قمح لمدة ٢١ يوماً لتتولد عن ذلك فئران صغيرة بكيفية تلقائية يفضل العنصر النشط الذي يحتوي عليه العرق الموجود على القميص.

وفي نفس الفترة قام عالم إيطالي وهو فرانسيسكو ريدي (F. REDI) بالتطرق بكيفية علمية لأصل الأحياء وكان رائداً في هذا الاتجاه. وكان يعتقد أن الكائنات الحية لا تستطيع أن تتولد تلقائياً وأن الذيدان التي تنشأ على المادة المتفسخة قد تمخض عنها بيض ملقح من وضع حيوانات أخرى.

ولإثبات صحة فرضيته تلك، قام ريدي بوضع بعض السمك وشرائح لحم في أوعية وأحكم إغلاق بعضها وترك البعض الآخر دون إغلاق. و بعد أيام، لاحظ أن الأوعية المفتوحة والتي كان الذباب ينفذ إليها، أصبحت ممتلئة بالذيدان التي تعج بها قطع السمك وشرائح اللحم المتفسخة. بينما كانت الأوعية المحكمة الإغلاق خالية تماماً من الذيدان. وأعاد ريدي التجربة مرات ومرات وفي ظروف مختلفة فكانت النتيجة دائماً على النحو الأول. فاستخلص أن الذيدان كانت تنشأ من البيض الذي يضعه الذباب وأن السمك واللحم لا يمثل سوى غذاء لها.

وهكذا قطعت أول مرحلة في اتجاه نظرية جديدة عُرفت بنظرية «الاستنباع الحيواني» التي تؤكد أن كل كائن حي يتولد عن كائن حي آخر.

وقد مرت نظرية الاستنباع الحيواني بمراحل شاقة في بدايتها قبل أن تفرض نفسها ويفتتح بها الجميع. فبعد بضع سنوات من تجربة ريدي توصل الهولندي فان ليونهورك A.L. LEEWENHOEK إلى أن صنع مجهر بدائي استعمله لمعاينة الحيات كالجراثيم والميكروبات لكنه مع ذلك لم يتمكن من تفسير كيفية تولد هذه الحيات بكيفية جنسية. وبعد فشله عاد إلى نظرية التوليد التلقائي. ولكن هذه النظرية ما لبثت الدراسات أن تجاوزتها بعد اكتشافات عالم فرنسي مختص في الكيمياء وعلم الأحياء المجهرية. وهو لويس باستور L. PASTEUR. فمنذ شبابه اهتم بمسألة تخمر الخمر والخل والحليب. وأفلح في إثبات أن ذلك التخمر ناتج عن تدخل الحيات كالجراثيم والميكروبات المتواجدة في الهواء والأرض وغيرها.

ولتوضيح استحالة الانتعاش التلقائي قام باستور بعدة تجارب مستعملاً فيها طريقة التعقيم أو البسترة التي مازالت تحمل اسمه. فقد ترك حساء يغلي في وعاء زجاجي ذي عنق ملتولمة طويلة فلاحظ أن الحساء بقي معقماً، فاستنتج أن ما يفسد المواد ليس هو الهواء ولكنها تفسد بفعل تكون الجراثيم التي يحتوي عليها ذلك الهواء نفسه. وبفضل العنق المتولي للزجاجة تبقى في الهواء دون أن تنفذ الى الحساء الذي يبقى معقماً باستمرار.

وخلال تجربة لاحقة قام باستور بتمكين الهواء من الاتصال بالسنائل، فلاحظ أن التخمر قد حصل على الفور. وهكذا فتحت إبحاث وتجارب باستور حول الميكروبات والجراثيم المجال امام الطب للتعرف على بعض الأمراض ومقاومتها ثم إبادتها نهائياً في بعض الحالات.



# الخلِية

## بَنِيَّتُهَا وَخَصَائِصُهَا الْعَاقِمَةُ

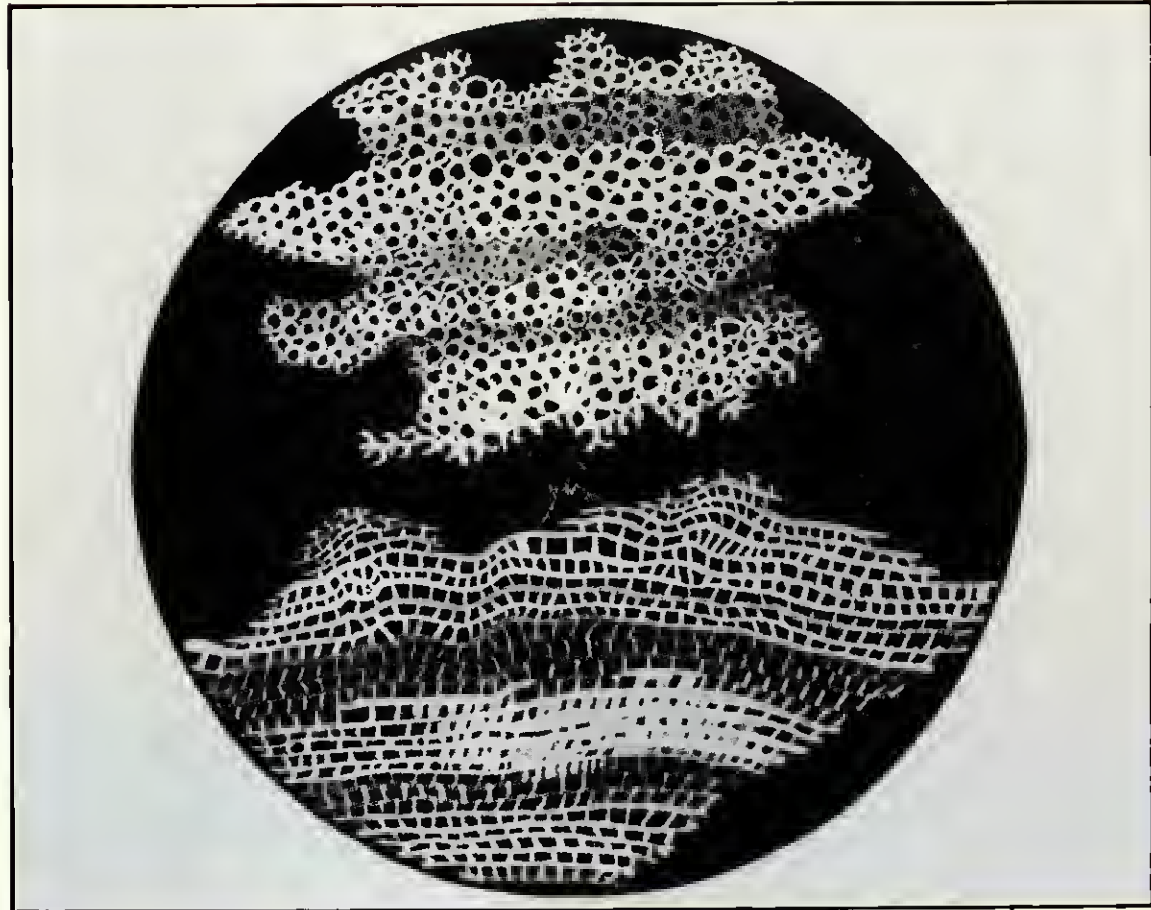
والاملاح المعدنية. ويوجد البروتوبلازم في مرحلته اللامُتَبَلُّورة كعنصر عديم الشكل ولكن يتواجد دائما على شكل خَلَوِيّ. فكل النباتات والحيوانات مكونة من الخلايا، وهي أجسام أولية غير قابلة للتجزئة وتصدر عن خلايا مُماثلة من حيث الشكل والوظيفة.

وأول من استعمل كلمة «خَلِية» هو العالم والمخترع روبيرت هوك R. Hooke. فأثناء معاينته لأوراق الفلين

رغم الاختلاف البين بين أشكال الكائنات الحية، فإنها تشترك كلها في خاصية مُعَيَّنة ألا وهي وحدة التركيب.

فكل الحيوانات والنباتات من أبسطها إلى أعقدها خَلِقةٌ وتركيباً، مُكوَّنة من المادة الحية أو الجَوْهر الكيميائي الذي يتيح تحقيق ظواهر حياتية مُعقَّدة تعرف تحت اسم الجِيلة أو «البروتوبلازم» أي العنصر الأول الذي تشكل في الكائن الحي، وهو يتكون من مواد عضوية كالبروتينات والدهنيات والسكريات ومن مواد غير عضوية كالماء

هوك Hooke وهو يراقب قِطع الفلين بواسطة مِجهر. لقد لاحظ أن القِطع تتخلَّلها ثُقُوبٌ ومَسَامٌ على شكل قرص العسل. وقد أطلق عليها اسم الخَلَايا.



الرهيفة، لاحظ انها مُركبة من حشيد من القِطع الصغيرة التي تفصل بينها جُولات دقيقة، فأطلق اسم الخلية على هذه الأجزاء الصغيرة، لكونها منضدة على شكل حُجيرات صغيرة مجاورة. وفيما بعد، استعمل مُصطلح «خلية» للحديث عن محتوى القِطع الصغيرة و بعد ذلك، أطلق الاسم كذلك على الوحدات الجِليّة أو البروتُبلازمية الأساسية التي تتكون منها سائر الاجسام الحيوانية والنباتية. ويتنوع شكل الخلايا بصفة عامة، بتنوع وظائفها. وهي على غرار سكان بَلَد ما مُنظمة في مجموعات يسود فيها توزيع الوظائف والمهام.

وتُشكّل مجموعة الخلايا المتّحدة الشّكل والمشاركة في نفس المهمة ما يعرف بالنسيج. وحينما تجتمع عدة أنسجة لتتجز نفس الوظيفة، فهي تُكوّن ما يعرف بالعضو. وعندما يكون نشاط مجموعة من الأعضاء مستخراً لتأدية نفس

الوظيفة فهي تُكوّن ما يعرف بالجهاز.

ومهما كان شكل الخلية ووظيفتها فهي على غرار كل الخلايا المعروفة، تتكون من الغشاء الخلوي ومن الهيولي (أو السائتوبلازم) ومن النواة.

— الغشاء الخلوي : وهو غلاف رقيق يُلّف مجموع الخلية و يقوم بِضَبْط كل التبادلات الحاصلة بين الخلية والبيئة المُحيطة ذلك أنه يسمح بمرور المواد النافعة والمُعذية التي تنفذ داخل الخلية وكذلك بخروج الفضائيات

ان الخلية هي الوَحدة البيولوجية الأساسية في الأجسام الحية.

داخل هذه الخلايا توجد أعضاء دقيقة تؤدي سيرورات إنجائية مُعقدة تُوقر الحيوية والنشاط المنتظمين والمُتكاملين للجسم.



التَحْسِيسِيَّة وهذه السَّائِثَرِيَّة وهي بذلك قابِلة للاستِجَابَة  
لِلمُنْبَهَات مُخْتَلَفَة. وهذه القُدْرَة مُتَطَوِّرَة بِشَكْل خَاصٍّ لَدَى  
الْخَلَايَا العَصَبِيَّة المُتَخَصِّصَة فِي هذه الوَظِيفَة عَلى  
الْخُصُوص.

— التَّاقِيلِيَّة : وهي خَاصِيَّة الهَيُولِي الذي يَقُوم بِإِصْصَال  
بِدَبْدَبَة تَهْيِيج وَثْبِيه من التَّقْط التي وَقَع عَليهَا المُوْثِرُ إِلَى أَعْد  
نُقْطَة فِي الجِسم الْخَلَوِي.

— التَّحْقُصِيَّة : وهي قُدْرَة الهَيُولِي عَلى التَّغْيِيرَات بِكَيْفِيَّة  
تَجْعَل الخَلِيَّة أَوْ جِزْءً مِنْهَا قَابِلِينَ لِلتَّقَلُّص فِي أَحَد نَقْطَتِهَا.  
وهذه الخَاصِيَّة تَتَمِيز بِهَا خَلَايَا التَّسْيِج الْعَصَلِي التي تَتَخَذ  
شَكْلًا وَبِنْيَة مُكَيَّفَتَيْن مَعَ الدَّور الذي عَليهَا أَنْ يَقُوم بِهِ.



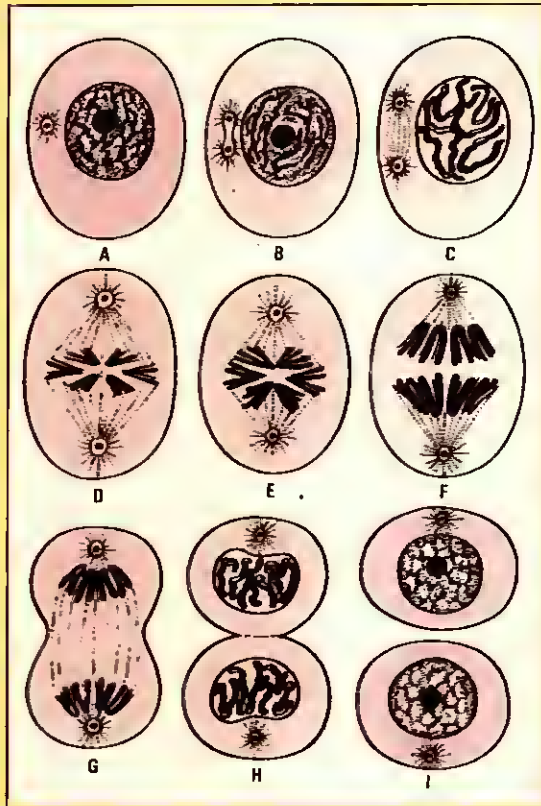
إِنَّ الْفَأْرَ مِثْلَهُ مِثْلَ الْفِيلِ. كِلَاهُمَا يَتَوَقَّرُ عَلَى نَفْسِ الْخَلَايَا  
بِنَفْسِ الْحِجْم.

## كَيْفَ تَنْمُو الْخَلِيَّةُ وَتَتَكَاثَرُ؟

الانقسام الفتيلى : خِلال الطَّوْر الأول (A, B, C, D, E, F, G, H, I).  
تَنقَسِمُ الصَّبْغِيَّاتُ فِي الاتِّجَاة الطَّوِيلِي. وَتَقْلُصُ ثُمَّ تَزْدَادُ  
عَرْضًا مُشَكِّلَةً نَوْعًا مِنَ اللَّوَالِبِ.

خِلال الطَّوْر الانفِصَالِي (G, F, E, D, C, B, A, I, H, G). يَتَجَه نصف  
الصَّبْغِيَّاتِ نَحْوَ الْأَقْطَابِ الْمُتَعَاكِسَةِ فِي الْخَلِيَّةِ.

أَمَّا ائْتِئَاءُ الطَّوْرِ الْآخِرِ فَتَتَجَمَّعُ الْخَلَايَا لِتَكُونُ مَجْمُوعَتَيْنِ  
(H, G) وَخَلِيَّتَيْنِ تَتَمَخَّضُ عَنْهُمَا الْخَلِيَّةُ الْأُمُّ الْمُنْقَسِمَةُ  
وَيَكُونُ عَدَدُ صَبْغِيَّاتِ الْخَلِيَّتَيْنِ الْوَلِيدَتَيْنِ مُطَابِقًا لَعَدِيدِهَا فِي  
خَلِيَّةِ الْأُمِّ.



غَيْرِ النَّافِعَةِ لِلْخَلِيَّةِ.

— الْهَيُولِي (أو السَّائِثُوبَلَازِم) : وَهُوَ مَادَّةٌ هَلَامِيَّةٌ لِرَبْجَةٍ  
وَشَفَافَةٌ تَقَعُ بَيْنَ التَّوَاةِ وَالْعِشَاءِ الْخَلَوِيَّةِ. وَالْهَيُولِي هُوَ الَّذِي  
يُؤَدِّي أَكْبَرَ شَطْرِ فِي النِّشَاطِ الْعَادِي لِلْخَلِيَّةِ، وَهُوَ مَرْهُونٌ  
بِالتَّوَاةِ الَّتِي تُضَبِّطُ عَمَلَهُ وَوُظِيفَتَهُ.

وَيَحْتَوِي السَّائِثُوبَلَازِمُ عَلَى عُنَاصِرٍ دَقِيقَةٍ يَقُومُ بِإِنْجَازِ  
أَعْمَالٍ غَايَةِ فِي التَّعْقِيدِ، كَتَغْذِيَةِ الْخَلِيَّةِ وَإِلْغَاءِ النِّفَايَاتِ  
وَتَخْزِينِ الْمَوَادِّ الْغِذَائِيَّةِ وَتَوْزِيعِ الطَّاقَةِ.

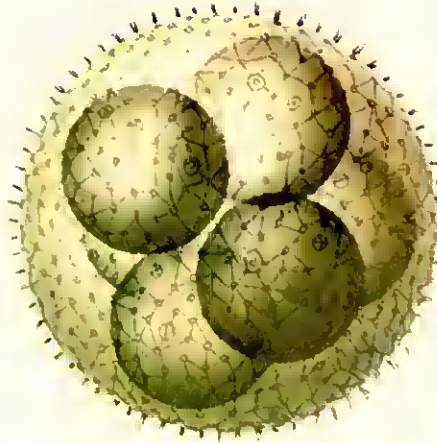
— التَّوَاةُ : وَتَوْجِدُ بِصِفَةِ عَامَّةٍ فِي مَرَكِّزِ الْخَلِيَّةِ وَهِيَ  
مُغْلَقَةٌ فِي غِشَاءٍ يَفْصِلُهَا عَنِ الْهَيُولِي. وَيُمْكِنُ اعْتِبَارُهَا بِمَثَابَةِ  
دِمَاغِ الْخَلِيَّةِ لِأَنَّهَا تَقُومُ بِتَسْيِيرِ وَتَوْجِيهِ كَافَةِ أَنْشِطَتِهَا.  
وَيَوْجِدُ بِدَاخِلِ التَّوَاةِ جِسمٌ صَغِيرٌ مَدَوَّرُ الشَّكْلِ، وَيَعْرِفُ  
بِالتَّوَاةِ بِالإِضَافَةِ إِلَى جُزْئِيَّاتٍ دَقِيقَةٍ مَكُونَةٍ مِنْ مَادَّةٍ صَبْغِيَّةٍ  
تَعْرِفُ بِالْصَّبْغَيْنِ (أَوْ الْكُرُومَاتَيْنِ) تَتَكُونُ بِدَوْرِهَا مِنْ  
حَامِضٍ (الدِّيُوكْسِيْتِيْبِيُونُوكْلِيكِيكِي Dioxytibioncleique)  
الَّذِي تَتَشَكَّلُ مِنْهُ الصَّبْغِيَّاتُ (أَوْ الْكُرُومُوزُومَاتُ). وَهَذِهِ  
الْآخِرَةُ لَهَا دَوْرٌ نَقْلِ الْخُصَائِصِ الْوَرَاثِيَّةِ أَيْ تِلْكَ الطَّبَائِعِ  
وَالْخُصَائِصَاتِ الَّتِي يَرِثُهَا الْإِنْسَانُ مِنْ آبَائِهِ وَيُورِثُهَا أَبْنَاءَهُ  
بِدَوْرِهِ.

— الْوُظَائِفُ الْخَلَوِيَّةُ : تَتَخَصَّصُ الْخَلَايَا فِي إِنْجَازِ  
بَعْضِ الْوُظَائِفِ الْحَيَوِيَّةِ الَّتِي نَوْرِدُهَا كَمَا يَلِي :

— السَّائِثَرِيَّةُ ، وَهِيَ قُدْرَةُ الْهَيُولِي عَلَى الاسْتِجَابَةِ لِمُوْثِرَاتٍ  
صَادِرَةٍ عَنِ الْعَالَمِ الْخَارِجِيِّ. وَكُلُّ الْخَلَايَا تَتَوَقَّرُ عَلَى هَذِهِ

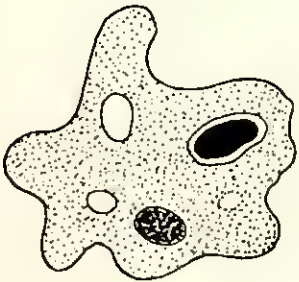
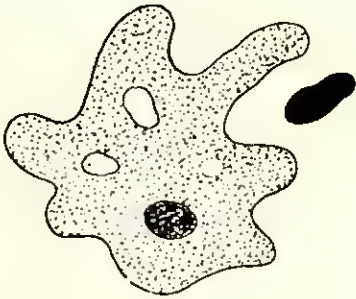


مُضَاعَفَةٌ كِتْلَةِ الْحَيَلَةِ دَاخِلَ الْجِسْمِ خِلَالَ التَّطَوُّرِ وَالتَّمَوُّفِهِو رَاجِعٌ إِلَى تَكَثُّرِ عِدَدِ الْخَلَايَا. ذَلِكَ أَنَّهُ كُلَّمَا بَلَغَتْ خَلِيَّةٌ حَجْمَهَا الْأَفْصَى الَّذِي يُتِمِّحُ لَهَا الْقِيَامَ بِوُضَائِفِهَا الْحَيَوِيَّةِ، انْشَطَرَتْ إِلَى خَلِيَّتَيْنِ وَلِبَدَتَيْنِ نَتِيجَةً لِوَالِيَّاتٍ مُعَقَّدَةٍ تُعْرَفُ عَادَةً بِظَاهِرَةِ التَّوَالُدِ الْخَلَوِيِّ.



الفولتوكس عبارة عن مجموعة من العناصر الأحادية الخلية.

يُمَثِّلُ الرَّسْمُ سَيَرُورَةَ الْبَلْعَمَةِ: فَالْأَمِيْبَةُ، وَهِيَ حَيَوَانٌ أَحَادِي الْخَلِيَّةِ، تَقُومُ بِاِمْتِنَاصِ الْمَادَّةِ الْغَذَائِيَّةِ (بِالْأَسْوَدِ) وَتَهَضُمُهَا وَنُمُثِّلُهَا قَبْلَ أَنْ تَلْفُظَهَا (الْإِبْرَازَ).



— الْاِمْتِنَاصُ : وَهِيَ قَابِلِيَّةُ الْهَيُولِيِّ لِاِمْتِنَاصِ الْمَوَادِّ الْمُغَذِّيَّةِ الْآتِيَةِ مِنَ الْعَالَمِ الْخَارِجِيِّ عَلَى شَكْلِهَا الصَّلْبِ أَوِ الْمَحْلَلِ. وَالْأَجْسَامُ الْأَحَادِيَّةُ الْخَلِيَّةُ تَمْتَصُّ الْأَجْسَامَ الصَّلْبَةَ بِفَعْلِ الزِّيَادَةِ الْمُفْرَطَةِ فِي الْبَرُوتَوِيَّاتِ الْمَعْرُوفَةِ بِالشَّوَاةِ الْكَاذِبَةِ، وَهِيَ نَحِيطٌ بِالْمَوَادِّ الْمَغَذِّيَّةِ وَتَحْتَجِزُهَا لِتُدْخِلَهَا إِلَى بَاطِنِ الْخَلِيَّةِ، وَنَعْرِفُ هَذِهِ السَّيْرُورَةَ بِالْبَلْعَمَةِ.

وَاِمْتِنَاصُ الْأَغْذِيَّةِ لَا يَتِمُّ إِلَّا بَعْدَ تَحْوِيلِ الْمَوَادِّ إِلَى عُنَاصِرٍ قَابِلَةٍ لِلذُّوبَانِ، أَيْ بَعْدَ الْهَضْمِ بِفَضْلِ مَفْعُولِ الْأَنْزِمَاتِ. وَخِلَالِهَا الْأَمْعَاءُ جَدَّةٌ مُتَخَصِّصَةٌ فِي إِنْجَازِ هَذِهِ الْوُضَائِفِ.

— التَّمَثِيلُ الْغَذَائِيُّ : هُوَ اسْتِعْمَالُ الْخَلِيَّةِ لِلْمَوَادِّ الْمُمْتَصَّةِ.

— الْإِخْرَاجُ أَوِ الْإِبْرَازُ : هُوَ قُدْرَةُ الْخَلَايَا عَلَى التَّخْلَصِ مِنَ النِّفَايَاتِ. وَإِذَا كَانَتِ الْمَادَّةُ الَّتِي تُصْنَعُهَا وَتُنْتِجُهَا الْخَلِيَّةُ نَافِعَةً لِلْجِسْمِ، فَإِنَّ الْأَمْرَ يَتَعَلَّقُ بِعَمَلِيَّةِ الْإِفْرَازِ، وَهِيَ وَضِيفَةٌ مِنْ اخْتِصَاصِ الْخَلَايَا الْغَذَائِيَّةِ.

— التَّنَفُّسُ : هُوَ السَّيْرُورَةُ الَّتِي يُمَكِّنُ الْمَوَادِّ الْمُغَذِّيَّةَ الَّتِي يَمْتَصُّهَا الْجِسْمُ وَكَذَلِكَ الْأُوكْسِجِينَ مِنَ الْعَمَلِ فِيمَا بَيْنَهَا دَاخِلَ الْخَلِيَّةِ. وَهَذِهِ الظَّاهِرَةُ تُؤَدِّي إِلَى تَكُونِ الْمَاءِ وَانْتِهَادِ الْكَرْبُونِ إِلَى صُدُورِ الطَّاقَةِ.

أَمَّا فِيمَا يَتَعَلَّقُ بِنُمو الْخَلِيَّةِ، فَهُوَ مَرْتَبُوعٌ بِالْحَيَلَةِ (الْبَرُوتَوِيَّاتِ) الَّذِي يَتِمُّكَ مِنْ زِيَادَةِ حَجْمِهِ. وَيَتِمُّ التَّمَوُّفُ بِمُضَاعَفَةِ عِدَّةِ خَلَايَا وَلَيْسَ الزِّيَادَةُ فِي حَجْمِهَا. أَمَّا

# نَظَرِيَّةُ التَّطَوُّرِ

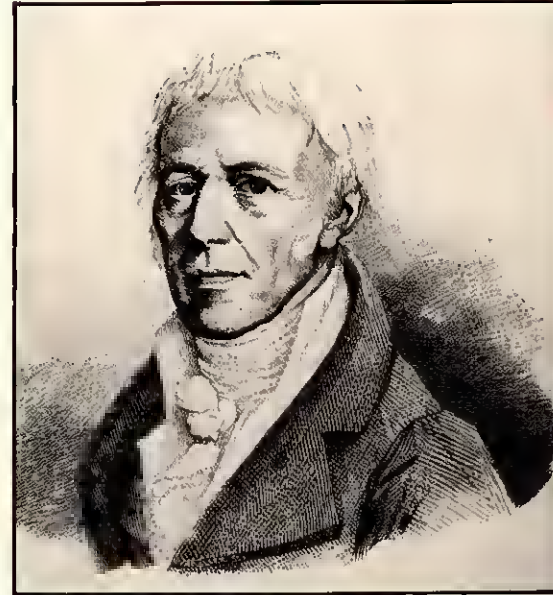
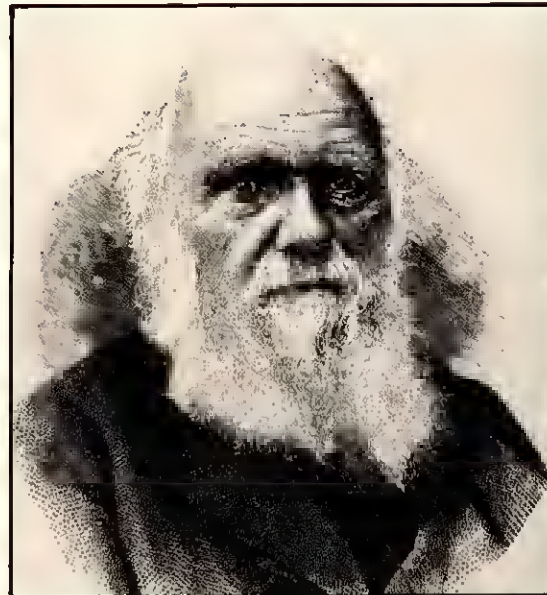
وكان الفرنسي لامارك LAMARCK أول من تطرق للمسألة، وحاول إعطاء تفسير مُقنع لِحَيَاتِيَّاتِهَا، مُنْطَلَقاً مِنْ مَبْدَأٍ: كَوْنُ الْأَفْرَادِ الْأَكْثَرِ تَطَوُّراً قَدْ يَكُونُوا مِنْ أَفْرَادٍ غَايَةٍ فِي الْبَسَاطَةِ. وَأَنَّ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةَ مَرْهُونَةٌ بِالْبَيْئَةِ الَّتِي تَعِيشُ فِيهَا وَبِالْغِذَاءِ الضَّرُورِيِّ لِحَيَاتِهَا. كَمَا أَكَّدَ عَلَى أَنَّ تَحَوُّلَاتِ هَذِهِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ مُتَعَلِّقَةٌ بِتَغْيِيرَاتِ الْبَيْئَةِ الْمُحِيطَةِ بِهَا. وَأَضَافَ أَنَّ الْأَعْضَاءَ وَالْبُنْيَانِ الْأَكْثَرَ نَشَاطاً وَاسْتِعْمَالاً تَتَطَوَّرُ أَكْثَرُ مِنَ الْأَعْضَاءِ الرَّكَدَةِ، وَذَلِكَ بِفَضْلِ الْحَيَوِيَّةِ الْبَاطِنَةِ لِلْأَجْسَامِ. وَالْأَعْضَاءُ الْأَقْلَ اسْتِعْمَالاً وَنَشَاطاً تَنْتَهِي إِذْنُ إِلَى الضُّمُورِ وَالتَّوَقُّفِ عَنِ النَّمُو إِلَى أَنْ تَنْقَرِضَ نَهَائِيّاً. وَمَعَ مَرُورِ الْقُرُونِ تَتَنَاقَلُ التَّغْيِيرَاتُ الطَّارِئَةُ عَلَى الصَّنْفِ وَتَقْوَارِثُهَا الْأَجْيَالِ الْمُتَلَحِّقَةُ إِلَى أَنْ يَتَشَكَّلَ صَنْفٌ مُخَالَفٌ تَمَاماً لِلصَّنْفِ الْأَصْلِيِّ.

قَدْ نَتَسَاءَلُ هَلْ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ قَدْ كَانَ لَهَا دَائِماً نَفْسُ الشَّكْلِ الَّذِي هِيَ عَلَيْهِ الْآنَ؟ فَالْبَيْئَةُ الْأَرْضِيَّةُ بِتَغْيِيرِهَا عِبْرَ التَّارِيخِ قَدْ حَدَّدَتْ التَّحَوُّلَاتِ الضَّرُورِيَّةَ لِبَقَاءِ الْمَخْلُوقَاتِ وَجَمِيعِ أَشْكَالِ الْحَيَاةِ. وَهَذِهِ الْأَخِيرَةُ مَا قُتِّتَتْ تَتَطَوَّرُ بِشَكْلِ تَدْرِيجِيٍّ وَبَطْيِيٍّ إِلَى أَنْ أَصْبَحَتْ عَلَى مَا هِيَ عَلَيْهِ بِأَشْكَالِهَا الْمُعَقَّدَةِ وَالْمُتَبَايِنَةِ.

وَفِي الْقَرْنِ الثَّامِنِ عَشَرَ بَدَأَ التَّفَكِيرُ فِي الْمُتَحَوِّجَاتِ الَّتِي عَثَرَ عَلَيْهَا ظَنّاً بِأَنَّهَا قَدْ تَكُونُ هِيَ بَقَايَا الْحَيَوَانَاتِ وَالنَّبَاتَاتِ الَّتِي كَانَتْ أَجْدَاداً لِلْحَيَوَانَاتِ وَالنَّبَاتَاتِ الرَّاهِنَةِ. وَاكْتِشَافَ أَحْفُورَاتِ بَسِيطَةٍ عَلَى صَخُورٍ قَدِيمَةٍ وَأَحْفُورَاتِ مُعَقَّدَةٍ عَلَى صَخُورٍ مِنْ عَهْدٍ حَدِيثٍ بَاتَ مِنَ الدَّلَائِلِ الْوَاضِحَةِ عَلَى أَنَّ الْحَيَوَانَاتِ قَدْ تَحَوَّلَتْ أَشْكَالَهَا مَعَ الزَّمَانِ تَبَعاً لِسَيَرَةِ التَّطَوُّرِ.

شارل داروين عالم بالطبيعة إزداد بشريوسبوري سنة ١٨٠٩ وتوفي بدووير سنة ١٨٨٢، صاحب نظرية التطور في الاجناس الحية.

إزداد عالم الطبيعيات جان باتيست دي موني لامارك بيزنيتين في بىكارديا سنة ١٧٤٤. وتوفي بباريس سنة ١٨٢٩. كان يؤكد على أن الطبيعة تخضع لمبدأ حيوي لا يفتأ يتطور.

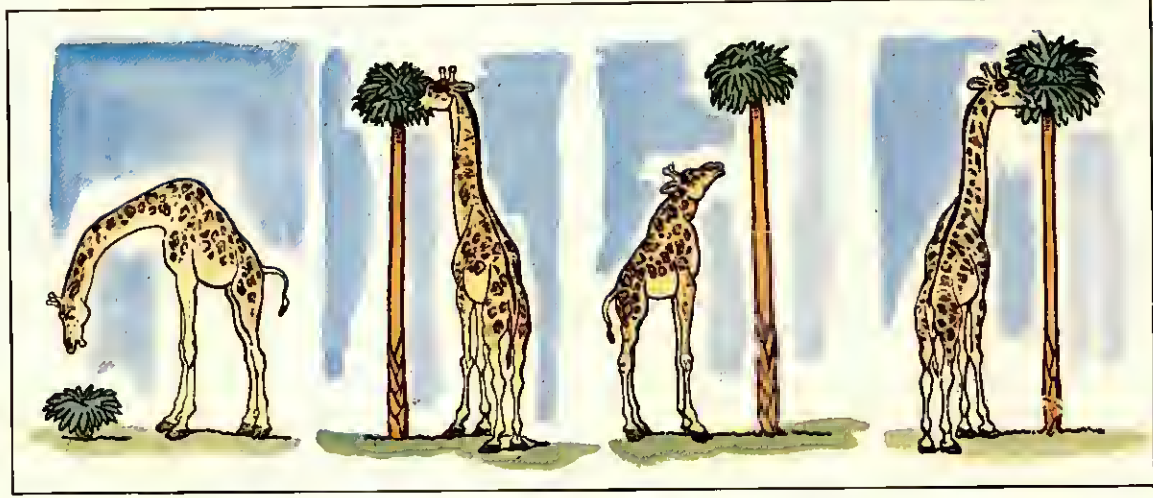


الصراع من أجل الحياة وَ يَتَوَقَّفُونَ فِي الْبَقَاءِ وَالتَّوَالِدِ وَنَقْلِ  
خصائصهم إلى ذُرِّيَّاتِهِمْ .  
و يقول داروين في هذا الباب :  
«إنه من الأهمية بمكان أَنْ نَمَعْنَ فِي مَجَالِ تَنْتَشِرَ فِيهِ  
أَشْكَالُ الْحَيَاةِ . مِنْ نَبَاتٍ وَطُيُورٍ وَحَشَرَاتٍ وَدِيدَانَ وَنَفَثَكَمْ  
بأن كل هذه الأشكال متعلقة ببعضها ببعض في حياتها  
رغم اختلافها وتباين أشكالها وأنماط حياتها وَأَنْ نَخْلُصَ  
إلى أَنْ كُلِّ هَذَا نَتِيجَةُ قَوَانِينٍ تَتَحَكَّمُ فِي كُلِّ مَا حَوَّلْنَا مِنْ

(a)

(b)

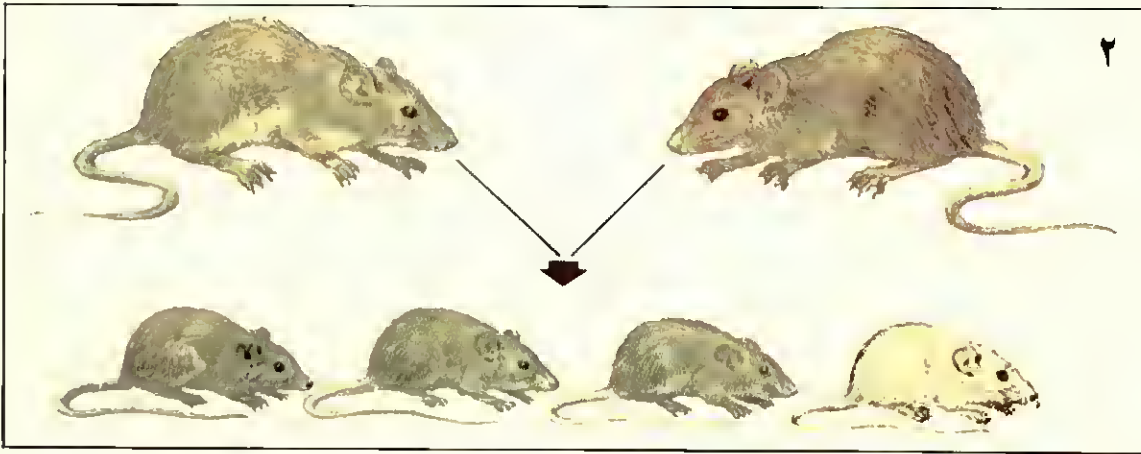
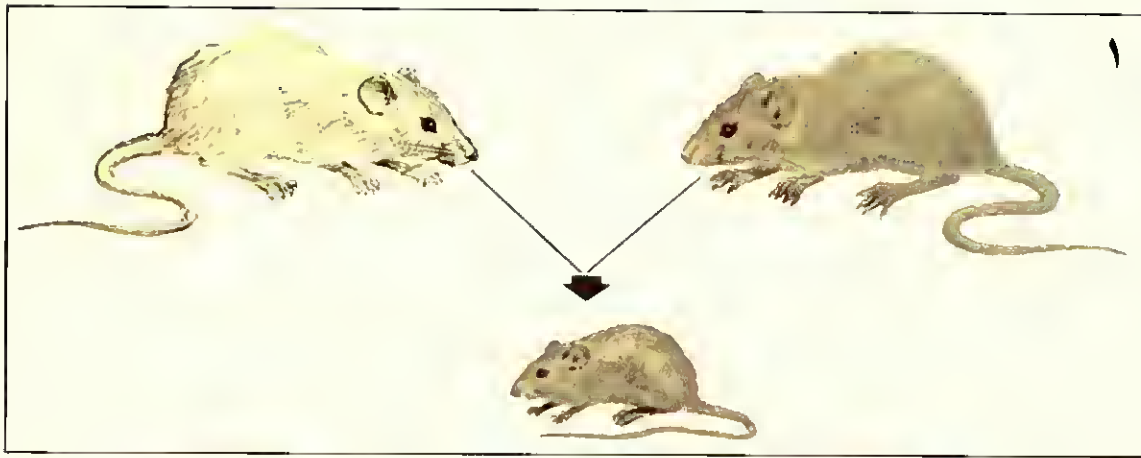




إنَّ كلَّ إنسانٍ يحملُ منذُ ولادته مجموعةً من الخصائص الوراثية الخاصة بجنسه، ومنها لون الشعر والعينين والبشرة وطول القامة وشكل الفم والوجه وغيرها من المميزات الخلقية.

الرسم أعلاه يمثِّل ثَغَرَاتَ نظرية لَامَارْك: إذا كانت الزرافات ذات العُنُق الأطول تستطيع أن تصل إلى الأغصان العالية، وهذه الزرافات لا يُمكنُها أن تتناول النباتات الأقل علوًّا والموجودة على ارتفاع أدنى من سطح الأرض.





(١) رسم تبياني يُوضِّح قانون مُنْدِيل الأول.

(٢) رسم تبياني يُوضِّح قانون مُنْدِيل الثاني.

أشياء.

وهذه القوانين بصفة عامة ، هي التمو والتوالد والوراثة التي يتضمنها التوالد. ثم التحوُّلية عن طريق تأثير مباشر وغير مباشر لظروف الحياة أو نتيجة استعمال أو عدمه. ثم معدل تكاثر يتضاعف أحياناً ليضدِّر عنه صِراع من أجل البقاء. وبالتالي إقرار الاصطفاء الطبيعي الذي يؤدي إلى التباين في الخصائص، وانقراض الأشكال الأقل تطوراً. وهكذا فإن الصراع الطبيعي، والجوع والموت، كلها عوامل تؤدي إلى تكوُّن وتشكل الحيوانات المتفوقة وبقيائها. وهذا المنظور للحياة، ويختلف القوى التي تتأصل منها هي من إرادة الخالق سبحانه وتعالى الذي وفر هذه القوى على شكل واحد أو أشكال قليلة. بينما تستمر الأرض في دَوْرانها وفق قانون الجاذبية الحاسم، تطورت أشكال غريبة وعجيبة وما فتئت تتطوَّر إلى ما لا نهاية وذلك إنطلاقاً من أساس بسيط جداً.

( داروين : أصل الاجناس ١٨٥٩ ).

## نَظَرِيَّةُ الْوَرَاثَةِ

إن علم الوراثة من فروع علم الأحياء الذي يدرس أوَّلِيَّات

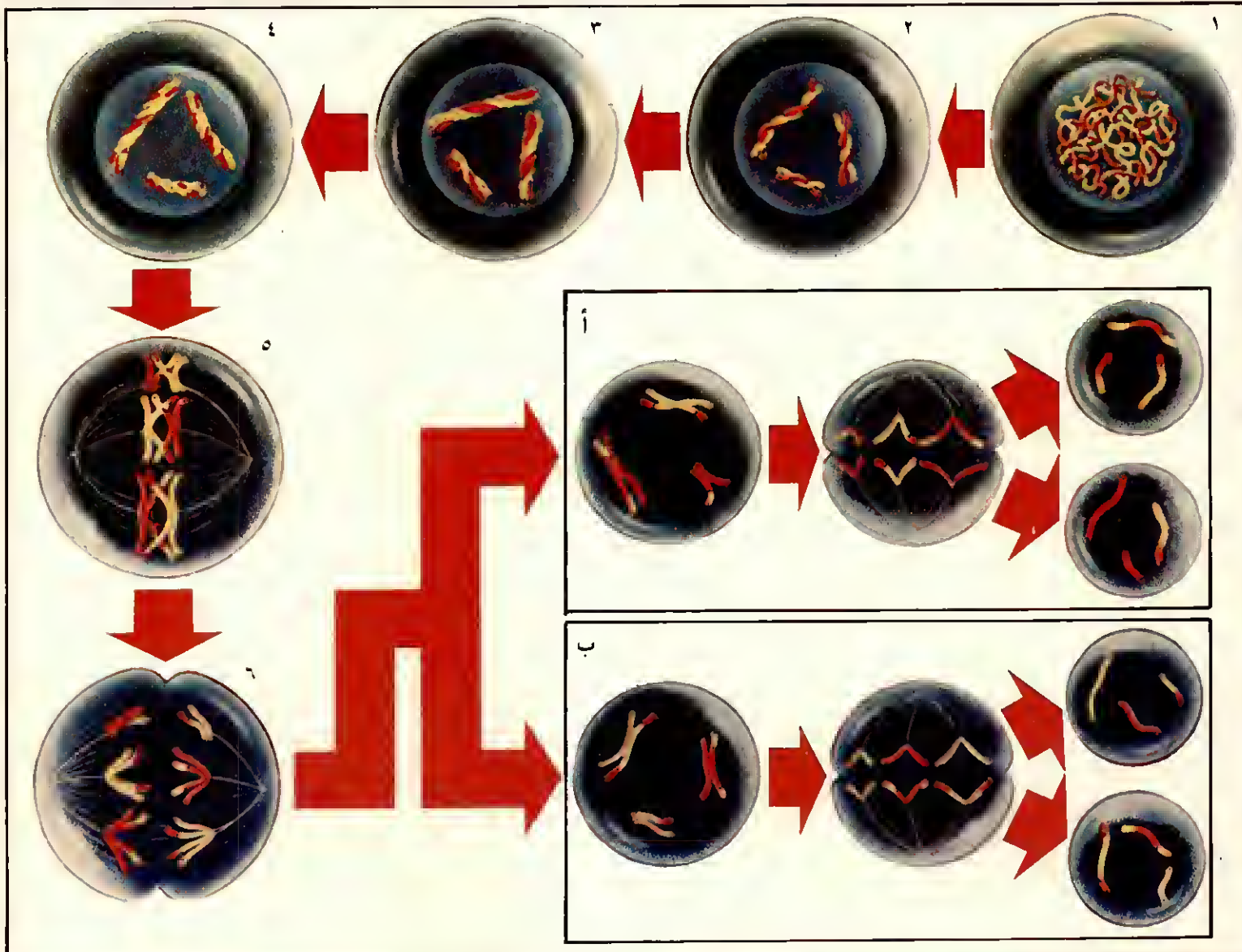
## الانقسام الاختزالي :

ان الانقسام الاختزالي هو انقسام يحصل في الخلايا المؤلفة للخلايا التناسلية حيث تتكون الامشاج (الكميات) وفيها نصف العدد الاصلي من صبغيات (كروموسومات) النوع.

وعندما تتضح الخلايا الانتاشية تنقسم الصبغيات الى مجموعتين من الخلايا التي لا تحتوي سوى على نصف عدد الصبغيات الموجودة في الخلية - الأم. وينتج عن اتحاد النواة الذكر والنواة الانثى خلية بعدد عادي من الصبغيات.

في مرحلة أولى تظهر الصبغيات التي لا تنقسم الى شطرين، بخلاف ما يحدث في حالة الانقسام الفتيلي ( ١ ) وتتزاوج الصبغيات عن طريق الانجذاب ( ٣ ) ثم تنقسم مكونة سلائكات ( ٢ ) تستقر بداية الامر داخل الميغزل ( ٤ ) قبل أن تتجه مثنى مثنى نحو اتجاهين متعارضتين ( ٥ ) آنذاك تتكون الغشاءات فوراً بفعل سيرورة الانقسام الفتيلي ( ٦ ) .

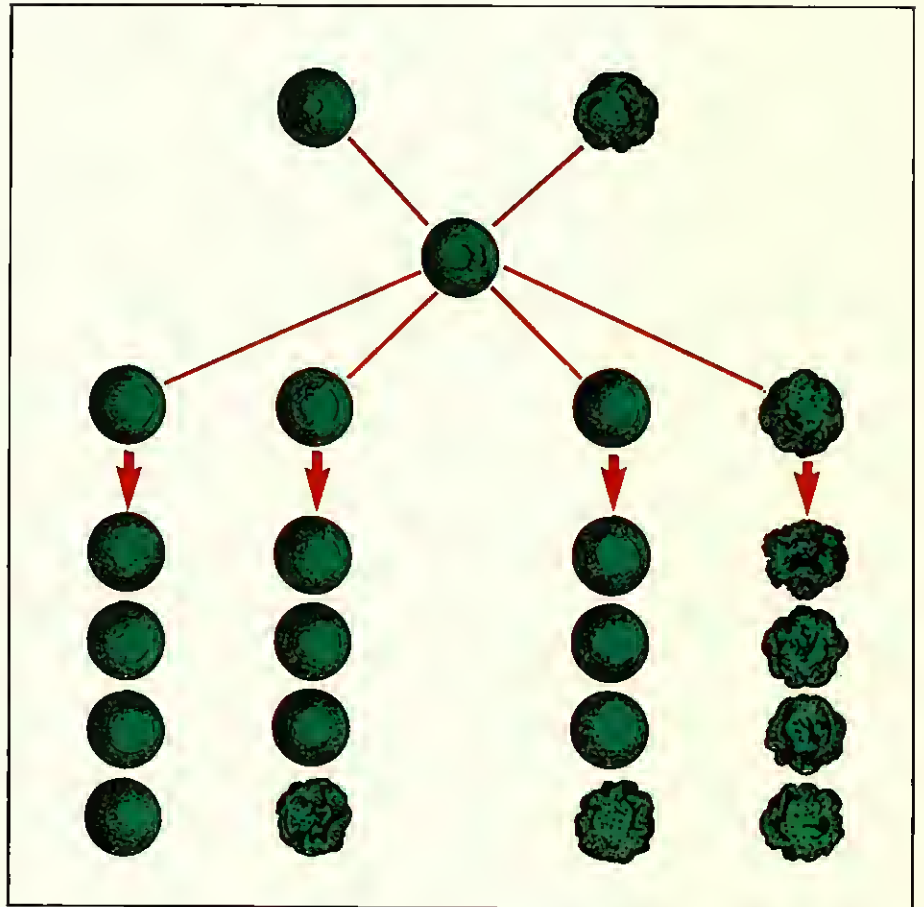
وهكذا تتكون أربع خلايا تتوفر كل منها على عدد صبغيات مُعادل لنصف عدد صبغيات الخلية الأصلية (ط.ي).





طويلة وأخرى قصيرة. فتساءل آنذاك عن مصير النباتات لو تم التزاوج بين الأصناف المختلفة عن بعضها. فبدأ في إزواج نباتات لا تختلف إلا في خاصية واحدة، كالنباتات العالية مع النباتات القصيرة ثم النباتات ذات الحبات الخشنة مع النباتات ذات الحبات الملساء. ولدى تلقيح النباتات ذات الحبات الصفراء مع غيرها، تبين له أن النتيجة تعطي نباتاً يطغى على حبات اللون الأصفر أكثر من اللون الأخضر. فاستخلص من ذلك أن هناك لوناً غالباً هو الأصفر ولوناً مغلوباً ومتيحياً هو الأخضر. ولكي يتحقق من زوال اللون الأخضر وبقائه في الباطن قام بزرع حبات الجيل الأول وحصل على نتيجة فريدة من نوعها وهي أن النباتات الوليدة التي انقرضت قد ظهرت ثانية في الجيل الثاني. ولإثبات تلك النتائج الأولية، قام منديل بإجراء عدة تجارب تزاوجية أخرى على مختلف النباتات التي لا تختلف فيما بينها إلا في خاصية واحدة فتكرر حدوث نفس النتيجة المحصل عليها في التجربة الأولية وبكيفية منتظمة:

١ — في الجيل الأول تتغلب إحدى الخصائص على الأخرى.



٢ — في الجيل الثاني تظهر الخاصية المغلوبة والمتتجة مرة ثانية، وذلك بحاصل من ٣ إلى ١. ورغم جهل منديل بظاهرة الجينات والصغيات، فقد أثبت أن وراثة بعض الخصائص راجع إلى عوامل موجودة في الخلايا الجنسية التي تبقى منها خلية غالبية وأخرى متتجة مغلوبة.

٣ — أما لدى الجيل الثالث الذي نشأ عن التلقيح الذاتي فقد تغيرت الأمور بكيفية أخرى ذلك أن الجلبان الأخضر استمر في توليد جلبان أخضر بينما جلبان أصفران يولدان اللونين معاً بكيفية متساوية في حين أن ثالث جلبان أصفر لم يكف عن إعطاء حبات صفراء لأغبر. وفسر منديل ذلك بكون حبات الجلبان الصفراء ليست متماثلة فمنها حبات صفراء حقيقية أما الأخريات فهي صفراء مزيفة وتنحدر من الحبات الصفراء والحبات الخضراء معاً. وهكذا وضع منديل قاعدة ترمز فيها بحرف «A» للخاصية الغالبة و بحرف «a» للخاصية المغلوبة، ويمكن من الحصول على توقيقات وتركيبات مختلفة: فمثلاً AA تساوي حبة صفراء عريقة و aa حبة خضراء عريقة وسماها بالحبات الجنسية لأنها مشكّلة من أزواج متساوية. أما تركيبة aa مثلاً فتعطي حبة هجينة أو مختلفة الاقتران.

وقام منديل بعد ذلك بإزواج نباتات تختلف في خاصيتين كالنباتات ذات حبات صفراء وملساء كخصائص غالبية، مع نباتات ذات حبات خضراء وخشنة كخصائص متنحية. فعند الجيل الأول لم يُعط التزاوج إلا نباتات ذات حبات صفراء وملساء بينما كان الحاصل لدى الجيل الثاني أربع توقيقات وهي: ٩ صفراء ملساء و ٣ صفراء خشنة و ٣ خضراء ملساء و واحدة خضراء خشنة مع حاصل من ٩ إلى ٣ ومن ٣ إلى ١. وكانت الخلاصة التي توصل إليها منديل أن تزاوج الخصائص كان مستقلاً وأنه مرهون بالصدفة، أي أن الرصيد الوراثي يتكون من وحدات مستقلة تُركّب عند كل جيل حسب احتمالات متنوعة تتولد عنها توافقات عديدة.

### الصِّغِيَّات والجِينات وحامِض د.ن.أ

لقد بقيت اكتشافات منديل مجهولة لسنوات عديدة إلى غاية بداية القرن الحالي، حيث اهتم العلماء من جديد بالآليات التي تُحدّد العناصر الوراثية. والاولية التي تضبط كل أنشطة الخلية كأمينه في تَوَاتِيها. وبعبارة أدق، في الصِّغِيَّات التي هي العناصر المُكوِّنة لهذه التواء نفسها. وهذه الصِّغِيَّات هي التي

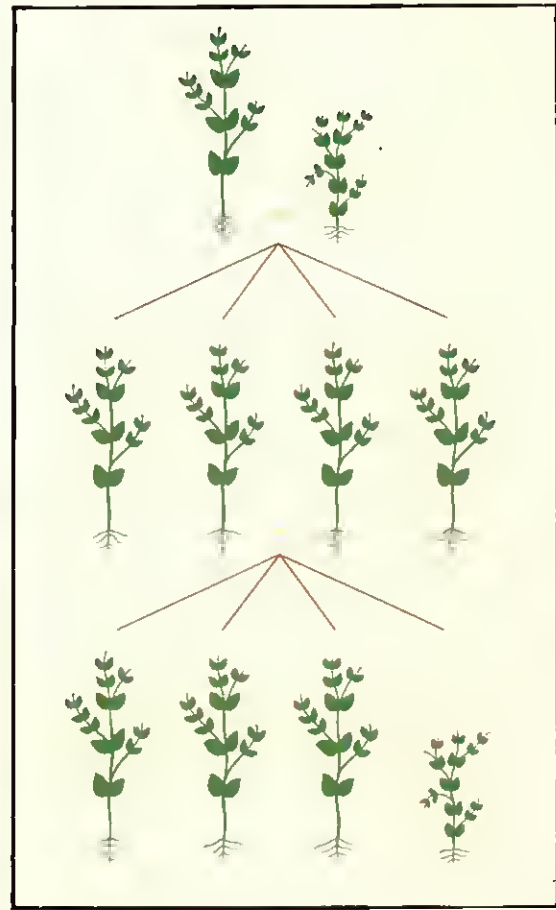
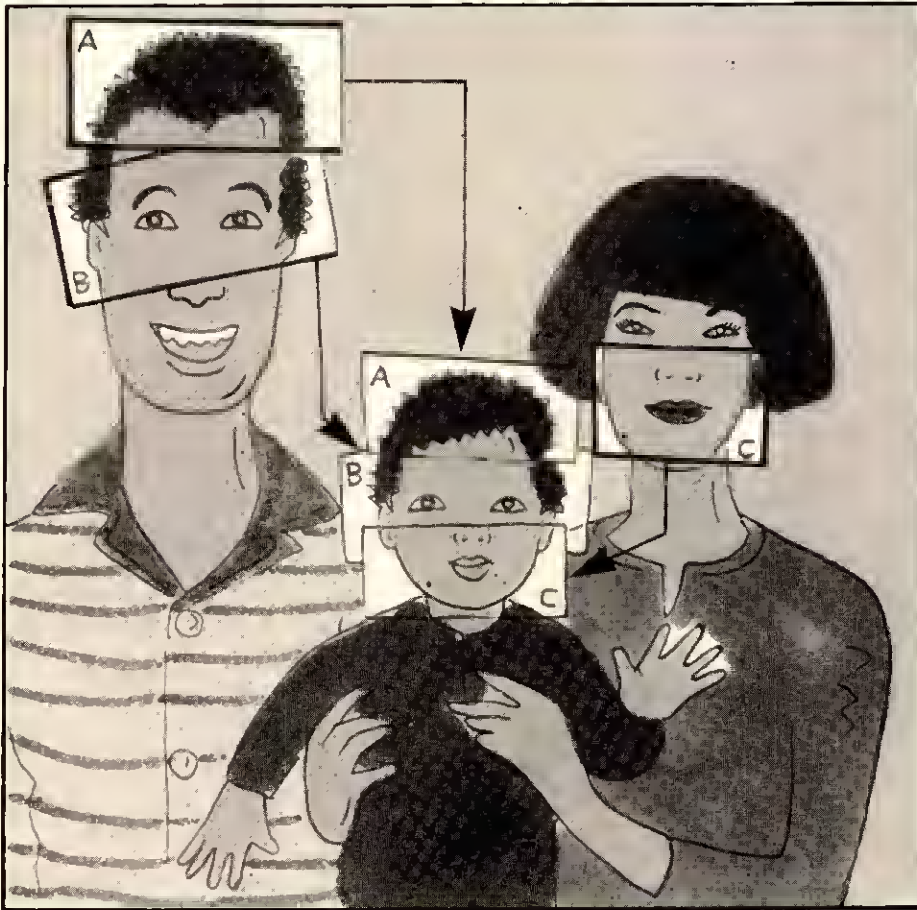
كذلك خصائصهما وطبائعهما. وامكانيات التركيب بين هذه الخصائص، غير محدودة ولذلك فإن كل فرد لا يتماثل بكيفية قاطعة إلا مع ذاته.

وخصائص الصبغيات لم تتضح بكيفية علمية إلا بعد أبحاث طوماس هونت مورغان T. H. MORGAN وخاصة بعد دراسة أجراها حول حشرة صغيرة تعرف بدبابة الفواكه والتي لا تتوفر إلا على أربعة أزواج من الصبغيات. فقد لاحظ أن ثلاثة أزواج تتساوى لدى الذكور ولدى الإناث بينما الزوج الرابع يظهر ببعض الاختلافات لدى كل من الجنسين: فلدى الإناث تتساوى صبغيتا الزوج أما عند الذكور فصبغي واحد يشبه الصبغيتين المكونين للزوج الأنثى، بينما الصبغي الآخر مختلف عنهما تماماً. وقد رمز بحرفي «س. س» إلى صبغيات الأنثى. وبحرفي «س. ي» إلى صبغيات الذكر. وعند تناسل الحشرتين لاحظ مورغان أنه إذا تم التركيب بين صبغية «س» الذكورية وبين صبغية «س» الأنثوية فإن الذباب الذي يولد عن التناسل يتكون من الإناث، أما إذا كانت صبغيات «ي» الذكورية هي المرغبة مع صبغية الأنثى فإن الحاصل سيكون ذباباً من الجنس المذكر. وهكذا سمي هذه

تتضمن الرصيد الوراثي للخلية ذاتها.

و يتوفر كل جنس على عدد من الصبغيات وهو عدد ثنائي يتواجد في كل خلية. و يتوفر البشر على ٤٦ صبغية متضادة على شكل ٢٣ زوجاً.

وعندما تنقسم الخلية بكيفية خيطية غير مباشرة تنشطر الصبغيات إلى جزئين مائلة نحو قطبي الخلية المتقابلين إلى أن تتألف مجموعتين من صبغيات متماثلة لها. وبالتالي خليتين بنفس عدد الصبغيات المتوفرة في الخلية الأم. وفي عملية التوالد الجنسي يتم اتحاد الخلية الذكورية أو الخوئين المتوي بالخلية الأنثوية أو البَيضة. وعندما تكون هاتان الخليتان بنفس عدد الصبغيات تتولد عنها كائنات تتوفر على ضعف عدد صبغيات أبناء قصيلها. غير أنه قد تُصاب الخلايا الانتاشية الناضجة بتقلص يصل إلى نسبة ٥٠٪ من عدد صبغياتها بفضل ظاهرة تُعرف بالتنصّف. والخلايا الناتجة عن هذا الانقسام، تتوفر على نويات لا تحتوي إلا على نصف عدد الصبغيات الموجودة لدى الخلية الأم. و يتولد عن اتحاد النواة الذكورية والنواة الأنثوية أثناء اللقاح، خلية بعدد الصبغيات العادي. ومن هذا الالتقاء يولد كائن يتوفر على الرصيد الصبغي الموروث من الأب والأم معا، ويحمل



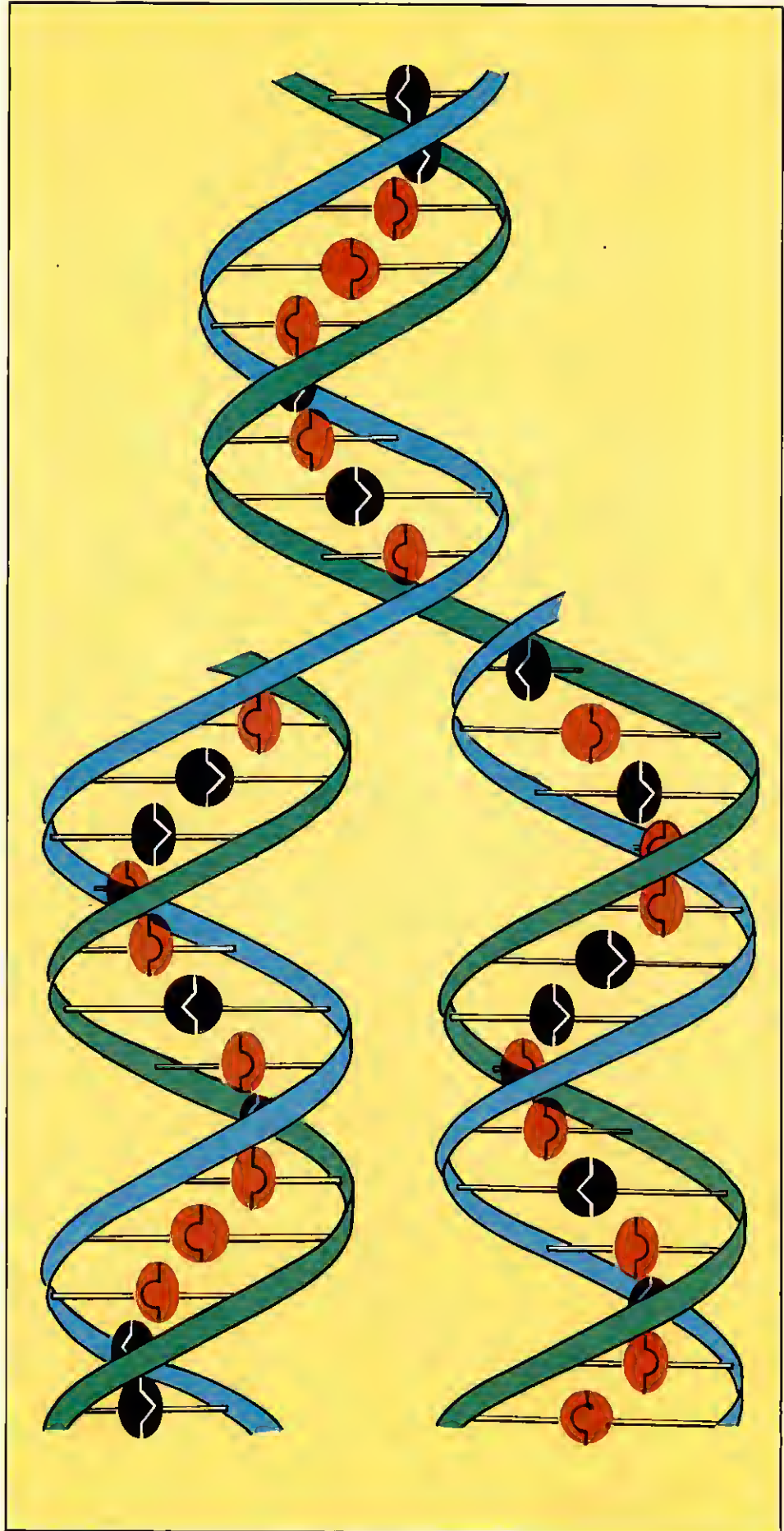
الصبغيات بالصبغيات الجنسية على اعتبار أنها تحدد جنس الفرد وسمي الصبغيات الأخرى بالصبغيات اللاجنسية.

وانطلاقاً من هذه التجربة، تم التحقق من وإلية الصبغيات والجنينات إلا أن يثبتها بقيت غامضة. وكانت سنة ١٩٤٤ تاريخاً هاماً في ميدان علم الأحياء (البيولوجيا) حيث قامت مجموعة من العلماء بإثبات توفر الصبغيات الحاملة للخصائص الوراثية، أو الجنينات، على حامض الديكسيستيبونوكليك المعروف بـ «د.ن.أ» (D.N.A). وتتكون ذرة د.ن.أ. من سلسلة طويلة من ذرات أدق تُعرف بالتويات وهذه التويات مكونة من ذرة السكر وذرة الفوسفات وأربع عناصر نيروجينية وهي الأدينين والتمين والسيتوزين والغوانين. والتويات منضدة بكيفية تجعلها تشكل بنية تشبه سلماً حلزونياً تتكون ذراته من ذرات السكر والحامض الفوسفوري التي تتلاحق متعاقبة بانتظام بينما تتكون ذراته من المواد الأساسية الأربعة المنضدة على الجانبين والمجموعة بروابط الهيدروجين. وكل درجة حاملة لمعلومة جينية تتكون من اتحاد عنصرين أساسيين وفق ترتيب قارٍ لتوافقهما: فالأدوين تتحد دائماً مع التيمين والغوانين مع السيتوزين.

وهكذا حين يُعرف ترتيب العناصر الأساسية المنضدة في أحد الجانبين يُمكن إقامة المُتتالية الموجودة في الجانب الآخر.

وتختلف أصناف د.ن.أ باختلاف الكائنات الحية. ويرجع ذلك إلى أنه مهما تقلص عدد الدرجات إلى صنفين مثلاً، فهي قابلة لكي تُتَّصَد حسب أي ترتيب كان. وعندما تُشطر خلية إلى جزئين فإن سلم د.ن.أ بدوره ينقسم إلى شطرين على طول محوره المركزي (تماماً كما نشاهد لدى سحاب يفتح). وكل من الشطرين يكون سلسلة جديدة مماثلة لتلك السلسلة التي انفصل عنها. ولكن يتم كل شيء وفق رمز د.ن.أ، يتدخل حامض نووي يعرف بـ «ر.ن.أ» (R.N.A) يختلف شيئاً ما في تركيبه عن د.ن.أ.

ووظيفة ر.ن.أ هي «تسجيل» رمز د.ن.أ الجيني، وبعد مروره إلى الهيولي حيث يتصل بالمواد الأساسية الضرورية لتركيب بروتينات جديدة فتتقل إليها الخصائص الجينية وفق الترتيب المُقدَّر من قبل د.ن.أ. وينشج عن التغيرات التي تلحق بالرمز الجيني تغيرات في خصائص الجسم.





# الحياة في المَاضِي البَعِيد



# الحياة في المَاضِي البَعِيد

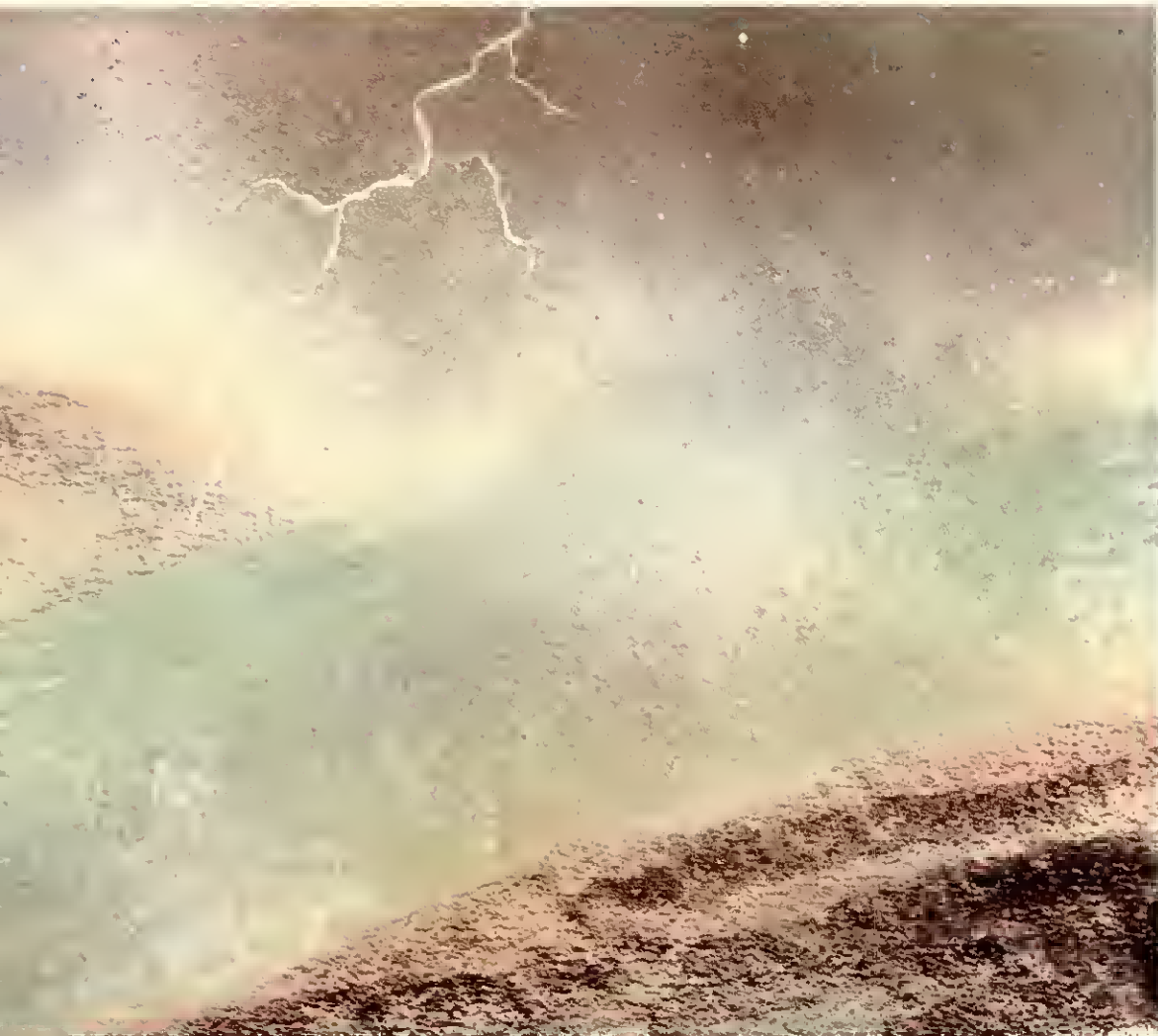
الأوكسجين آنذاك.

و بسود الاعتقاد اليوم أن الجوَّ الأصلي كان يحتوي على بخار الماء وعلى الهيدورجين، وأنهيدريد الكربون والأمونياك، والميثان. وكلُّها عناصر كيميائية نأصلت منها المادة الحيَّة المُكوَّنة من الأوكسجين والهيدورجين والكربون والأزوت.

صورة مُهولة لما قد تكون عليه الأرض إبان نشأتها.

لقد بدأ تاريخ الكائنات الحيَّة على وجه البسيطة منذ حوالي ثلاثة ملايين سنة، أي في الوقت الذي توقَّرت فيه الظروف اللازمة لتحقيق ظاهرة الحياة المُعقَّدة التي كان أساسها عُنصر الماء.

في البداية، كانت القشرة الأرضية غير مستقرة وكانت مضطربةً باستمرار بفعل ثوران البراكين التي كانت تُنبعث منها كميات هائلة من الغازات، والبخار. وهذه العناصر، هي التي تشكّل منها الجوَّ الأصلي المُحيط بالأرض، والذي يختلف عن الجول لعدم احتوائه على





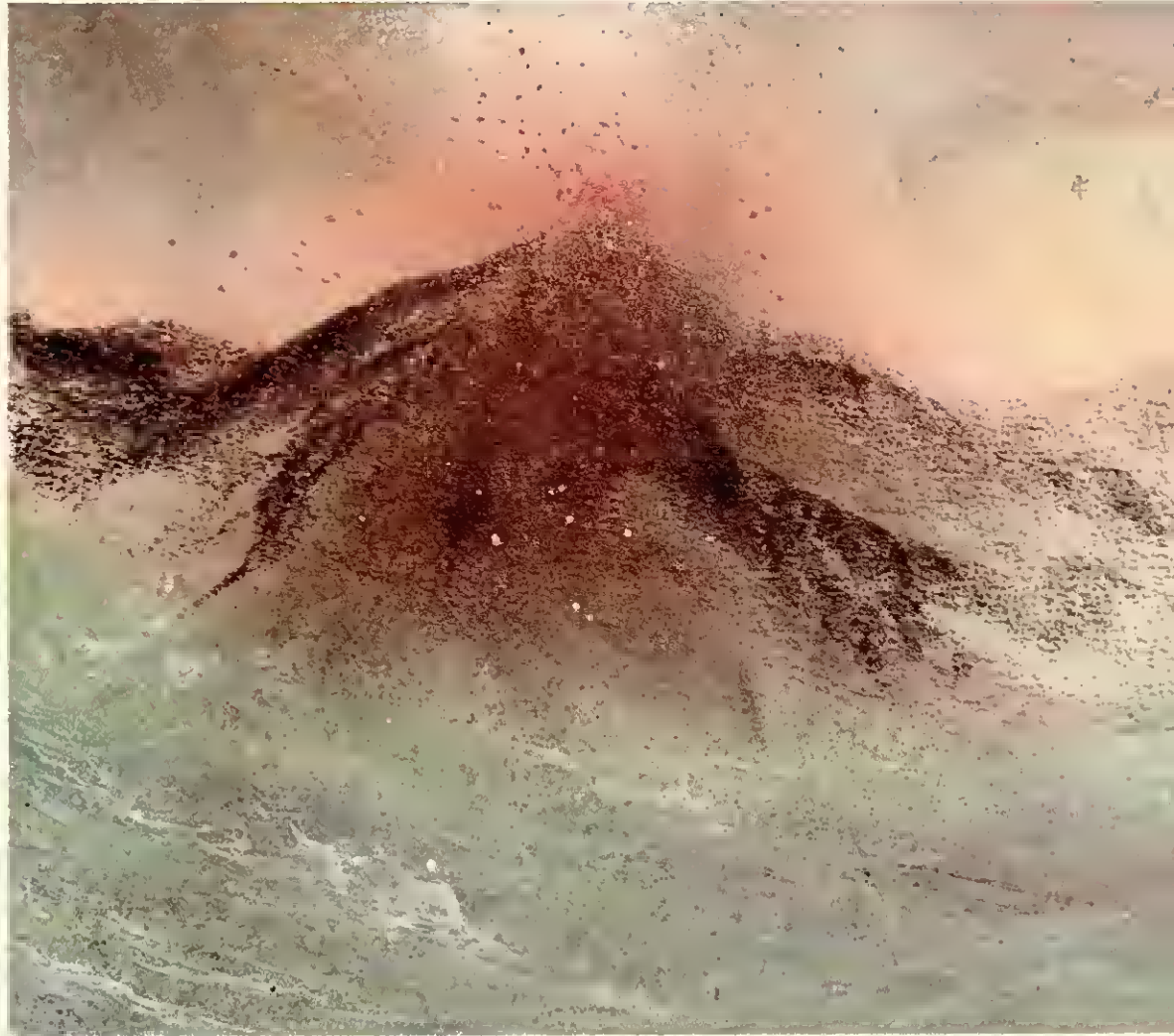
صخور رسوبية تظهر طبقات مُنضدة بالإمكان العثور  
ضمنها على بعض المُتجذرات.

والأكسجين والأزوت والهيدورجين لتكون أولى التوَيَّات  
العضوية المعروفة بالحمض الأميني التي هو أصل الحياة.  
وقد تجمعت عناصر الحمض الأميني بعد ذلك لتكوِّن منها

ومع تَبَرُّد هذه البيئة الأَوَّلِيَّة بكثيْفَةٍ تَدْرِيحِيَّة بدأت  
الأمطار في التهاطل، ولكنَّها سرعان ما تَتَبَخَّرُ قُوْر وقوعها  
على سطح الأرض يَسبِّب ارتفاع حرارة هذا الكوكب.  
وعندما انْخَفَضَت دَرَجَةُ الحرارة هناك تَمَكَّن الماء من البقاء  
في الأرض على حالته السائلة غامراً بذلك المُنحدرات  
الشاسعة الموجودة على السطح مما أعطى ما يعرف  
بالمحيطات والبحار. وهكذا أُحيطت الأرض بمساحات  
هائلة تَغمرها المياه المتبخرة باستمرار. وَبَصَاعِدُ بخار الماء  
في الأجواء يَبْرُد و يَتَكَثَّل على شكل سُحُب ثم يسقط بعد  
ذلك على شكل أمطار ليتَبَخَّر من جديد.

وحسب نظرية شائعة في وقتنا الرَّاهن تَدْعُمُها تجارب  
أُجْرِيَتْ بأمرِ بكا، فقد كانت المركبات تَنشَطِر بفعل أشعة  
الشمس قُوْر البتْفَسْجِيَّة الى عناصر بسيطة من جهة،  
وبفعل الشَّحنات الكهْرَبائيَّة الصَّادِرة عن الأعاصير التي  
كانت تَعْرُض لها الأرض من جهة ثانية.

وَبَسَّافُطها في مياه البحار، تَجَمَّعت ذرَّات الكربون





نويّات عضوية أكثر تعقيداً. ويرجح أن هذه الأخيرة هي التي أعطت بدورها ميلاداً لأشكال الحياة الأولية على مستواها البدائي، وكانت الكائنات الحيّة الأولى مكوّنة من مواد هَيُولِيَتَاتِيَّة توجد بالماء، وكانت تتغذّى أوّل الأمر



بفضل سيّرورات كيميائية، ثم بعد ذلك بفضل تغيّرات البيئة المحيطية إلى أن تعلّمت كيفية استعمال ضوء الشمس للتّحوّل إلى صنّع مواد غذائية نافعة انطلاقاً من الماء وأنهيدريد الكربون الموجودين في البيئة المحيطة بها، وتعرف هذه الظاهرة بسيّرورة التّخليق الضوئي. وهكذا أصبحت هذه العناصر ذاتيّة التغذية جاعلة المحيط الجوي يغتني بالأكسجين. وفي هذه المرحلة بدون شك بدأت تظهر المعالم الاساسية لبنيات الكائنات الحية. فكانت هناك من جهة، اجسام ذاتيّة التغذية كالنباتات ومن جهة أخرى أجسام محرومة من هذه القدرة ولكنها قادرة على التّغذّي من الأجسام الأولى، وهذا الصنف الثاني يشمل الحيوانات المُختلفة.

وكل ما توصلنا إليه من معلومات حول تاريخ الأرض ندين به إلى الأحفورات والمُتَحَجِّرات، وهي بقايا وآثار الحيوانات والنباتات التي عاشت قديماً وانقرضت قبل ظهور الانسان على الارض. وتعتبر الأحفورات والمتحجرات من الوثائق الثمينة، التي تتضمنها الصخور. فالطبقات الصخرية، من هذا المنظور، عبارة عن صفحات كتب تاريخيّة، بعضها ناصع لا يعطي أية معلومات حيث لا تتضمّن أي أحفور. وبعضها الآخر يوفر كمية هائلة من المُعطيات والمعلومات الثمينة عن حيوانات ونباتات عصور ما قبل التاريخ. وبفضل الدراسات المُقارنة الجادة المُجرّاة على المُتَحَجِّرات التي عُثِر عليها ضمن مُختلف طبقات الأرض، تمكّن العلماء وبكيفية مُتكاملة، من إعادة بناء وانشاء تاريخ طويل للكائنات الحيّة، منذ خلقها إلى غاية العصر الرَّاهن. وقد مكّنت التجارب المتعدّدة، التي أُجريت حول توزيع المتحجرات، من معرفة مدى الانتشار الواسع لبعض الأجسام خلال عصر معيّن ثم انقراضها في فترة معيّنة. ولا توجد بقايا هذه الأجسام، إلا في بعض الطبقات الصخرية. وتعتبر بمثابة أحفورات نموذجية. وكل الطبقات التي تحتوي على نفس الأحفورات النموذجية تُعد طبقات من نفس العصر. وينذر أن يعثر على أحفورات لحيوانات ونباتات متكاملة. فلا يعثر في غالب الأحيان، إلا على أجزاء الأجسام الأكثر صلابة، ومقاومة للتلف، كالعظام والأسنان وقشور خليّوز النباتات. لأن الأجزاء الرخوة قد تآكلت وأتلفت مع مرور الزمن. وأغلب الحيوانات والنباتات لم يُعثر لها على أثر. وهي على شكل أحفور لأنها بعد موتها تعرّضت لافتراس حيوانات أخرى، أو أصاب عظامهم الاهتراء والتلاشي.





العهد القديم : ظهور أولى الكائنات الحيّة .

على قوِّعات أو هياكل عظمية تجعلها محفوظة على شكل متحجّرات ولهذا لم يبق منها أي أثر. وعلاوة على ذلك فإن التحوّلات العميقة التي شهدتها الصخور قد مَحَتْ إلى الأبد كلّ بقايا الأجسام العُصْوية .

العهد الابتدائي الباليوزوي : بداية الحياة على الأرض .

بدأ العهد الابتدائي المعروف، بعهد الحياة القديمة قبل حوالي ٥٧٠ مليون سنة وانتهى قبل ٣٢٠ مليون سنة من الآن. وقد شهدت هذه الحقبة الزمانيّة الطويلة عدّة تغيّرات جيولوجية وجغرافية ذات أهمية كبرى حوّلت شكل الأرض مرّات عديدة. وكان لها تأثير بالغ على تسمية وتطوّر الأجسام الحيّة. وقد ساعدت الاحفورات المتعدّدة التي تم اكتشافها بالإضافة إلى دراسة الطبقات الصخرية، من إعادة

يُعتبر العهد القديم بعهد الحياة البدائية القديمة جدّاً. وهو أقدم العهود المعروفة. دام أربع ملايين سنة أي منذ ميلاد الأرض ما قبل ٥٥٠ مليون سنة. وتتميّز هذا العهد بنشاط بركاني هامّ وبظهور سلاسل جبلية انقرضت كلّها تقريباً في عصرنا الحالي. و يوجد منها في كندا صخور يُعتَقَد أنها من ذلك العهد وأن عمرها يتجاوز ملياري سنة.

وظهرت أولى مظاهر الحياة في أواسط البحار على شكل نويات قابلة للتوالّد. غير أنه يستحيل تحديد تاريخ هذه الكائنات الحيّة بصفة قطعية . والمتحجّرات ، التي ترجع إلى العهد القديم جدّاً . ولا تتعدى بعض الحيوانات وبعض النباتات ذات بنية بسيطة تشبه البكتيريا أو الطحالب الزرقاء . ويُرجّح أن تكون حيوانات ونباتات أخرى قد عاشت خلال تلك الحقبة لكنّها لم تكن لتتوقّر





إنشاء أهم الوقائع الجيولوجية والبيولوجية المتعلقة بهذا العهد.

## الكمبري

وقد امتد من ٥٧٠ إلى ٥٠٠ مليون سنة. وتُسمدُ اسمه من كمبريا وهو اللقب القديم الذي كان يطلق على بلاد الغال جنوب بريطانيا. ففي تلك الحقبة، كانت الأراضي المطافية تنقسم الى ثلاثة قطع قارية تفصل بينها بحار عميقة. وكانت مواقع القارات الحالية تختلف عن مواقعها الحالية. فكانت هناك قارّات أربع وهي أوروبا

القارّة، وأمريكا الشمالية، وآسيا القارية، وتجمّع قاري رابع يضم ما يسمى اليوم بإفريقيا الجنوبية، وأفريقيا، وأستراليا والقطب الجنوبي، والهند، ومدغشقر. وكانت البحار مكتظة بكميات هائلة من الترسّبات نتجت عنها فيما بعد سلاسل جبلية كبيرة. وكان الطقس مُعتدلاً غير حارّ وغير بارد.

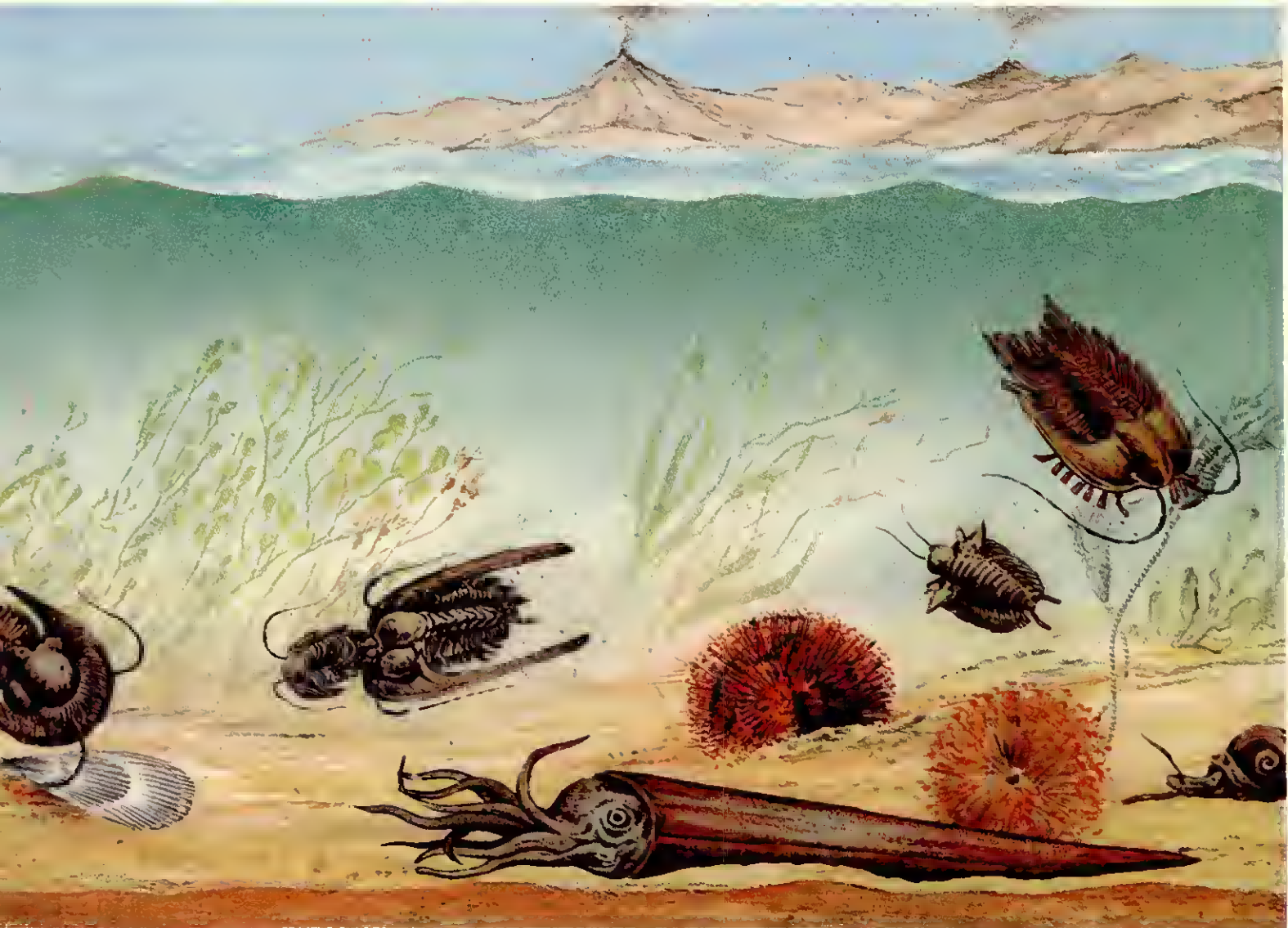
تصوّر لبعض مظاهر الحياة خلال العهد الكمبري حيث تكثُر الديدان وسات وشوكيات الجلد (الفنجد البحري والنجوم البحرية) والحلقات والثلا ثيات الفصوص.





وتبين المُتَحَجِّرات التي وصلَّتنا، بكيفية واضحة أن الحياة في ذلك العهد لم تكن موجودة إلا في البحر. حيث كانت أشكالها متنوعة ومعقدة. فأحفورات بورجيس بكلومبيا تُمثِّل تشكيلة من الحيوانات الصغيرة المُتواجدة في تلك الحقبة. وبالإضافة إلى طحالب كثيرة، كانت توجد آنذاك حشود من اللافقاريات التي انقرض بعضها اليوم ومنها السفنجات الصائمتة والمُدوسات والحلقيات (الديدان والخراطيم والعلق) ثم شوكتيات الجلد التي مازلت مجموعة منحدرة، منها تعرف اليوم بأشبه الرنقب ونجوم البحر (أو التجميات)، وقنّاء البحر. وكانت هناك أنواع كثيرة من الرخويات والصففيحيات من مَحَار وميديات ومعديات الأرجل كالتراق وحلزون البحر وأذن البحر ورأسيات الأرجل كالحبار والكلمار والفوقعة. وكانت الحيوانات الشبيهة بالإنسان متوقفة على هيكل عظمي درعي ناتئ ذي صلابة ومقاومة بالعتين، والتماذج

تصوّر لظهور من مظاهر العصر الأوردوفيسي، في المجال البحري تكثر اللافقاريات (الطحالب والمرجان والرخويات) وتطور. وقد ظهرت أولى الفقاريات وهي من فصيلة الأوستراكوديرم التي تُشبه الأسماك ولكنها كانت بدون فك.







التي مازالت محفوظة هي المعروفة بالثلاثيات الفصوص. وكانت أجسامها مكونة من ثلاثة أجزاء (فلقات) وتتوفر على قائمتين وخياشيم. وكانت هذه الحيوانات تعيش في أعماق البحار وتتغذى من مواد غير عضوية ومن أجسام أحادية الخلية.

### الأوردوفيسي

وهي فترة سادت قبل ٥٠٠ و ٤٠٠ مليون سنة. وقد استمدت اسمها من قبيلة كانت تعيش في بلاد الغال. وهي مرحلة لا تمثل اختلافاً جذرياً بالمقارنة مع الفترة السابقة. وقد تمت خلالها تنقلات الكتل القارية، كما تتابعت فيها الفياضانات البحرية وكانت البحار والمحيطات آنذاك عميقة جداً ومرتفعة الحرارة.

وكانت الحياة كلها مُقْتَصرة على البيئة البحرية رغم بعض المظاهر التي انتقلت إلى البحيرات والأنهار. وقد ظهرت أصناف جديدة من الحيوانات اللافقارية حين تطورت الثلاثيات الفصوص بشكلٍ مثير حين انتشرت أصنافها في كل الأرجاء وبالخصوص الطحالب والمرجان والرخويات، وخاصة منها رأسيات الأرجل. وظهرت في البحار المفتوحة، حيوانات الغرايوليت ذات الهيكل العظمي الذرعي، والتي تعيش ضمن مجموعات مُتَكَثِّلة.

ومن أبرز مظاهر الحقبة الأوردوفيسية، ظهور أول الفقريات المعروفة بالأوستراكودا. وقد اكتشفت أقدم بقاياها ضمن الصخور الرسوبية في الكولورادو. وكانت حيوانات سَمَكِيَّة الشكل، ولكن بدون فك. إلا أن بعضها يتوفر على هيكل عظمي. وهي تُعْتَبَر متطورة يُحْتَمَل أن تكون منحدرة من أجسام قديمة جداً انقرضت ولم تترك أي أثر لها.





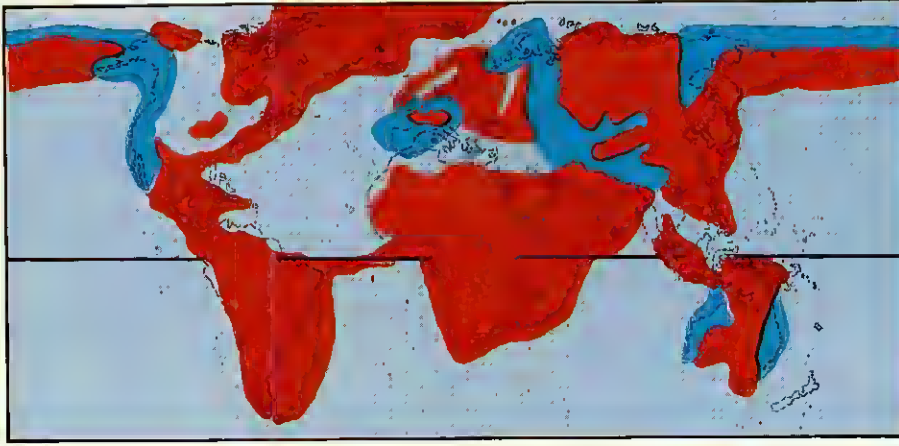


## السيلوري

وقد امتدت فترة من ٤٤٠ إلى ٣٩٥ مليون سنة. وقد أخذ اسمه من قبيلة السيلورين الذين عاشوا قديما في بلاد الغال.

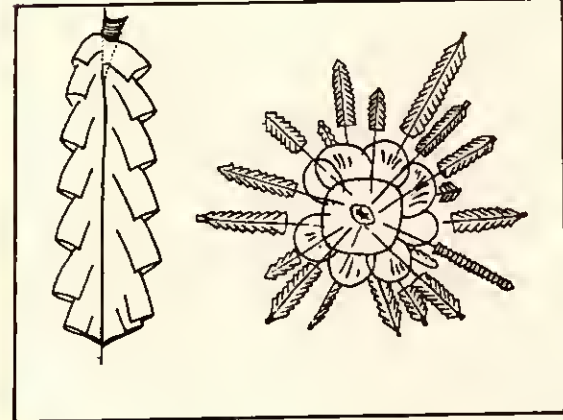
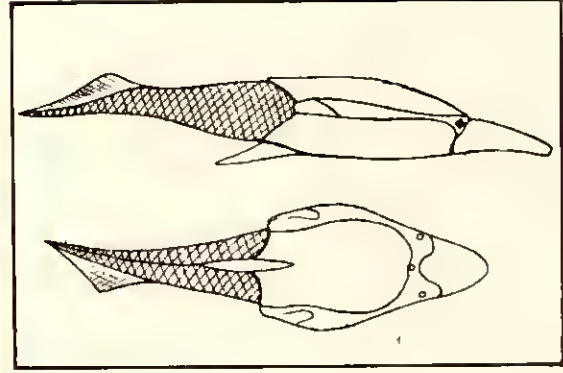
وفي هذا العصر ازدادت الكتلة القارية اقترابا من بعضها، حيث اتحدت الآسيان، واقتربت أوروبا من الكتلة الآسيوية، فتكوّن بينهما الأورال. ثم اتجهت القارات الجنوبية نحو الشمال، بينما كان القطب الجنوبي في موقع إفريقيا الجنوبية الحالية. وازدادت حرارة الطقس آنذاك إلى أن أصيبت بعض المناطق بالجفاف التام.

وتطورت في هذه الحقبة الحيوانات الأوستراكودية التي كانت أغلبيتها تعيش في أعماق البحار. ومن الراجح أن يكون هذا العصر، قد شهد ظهور أولى أصناف الأسماك وخاصة سمك البلاكوديرم. وكانت تتوفر على هيكل خارجي، وفكّ يحمل أسنانا بالإضافة إلى أعضاء راحية. كما بلغت مجموعة من الحيوانات الشبيهة بالعناكب



والعقارب أحجاماً ضخمة، ومثلها بعض النماذج العملاقة التي يبلغ طولها مترين ونصف. وكانت تتغذى بافتراس صغار الفقريات.

خلال العهد الديفوني طوّرت بعض الأسماك زعانف قوية إضافة إلى امكانية التنفس ولولفترة وجيزة خارج الماء. في التّصوّر أسفله يظهر الأوستيوتيرون.









الأراضي بدأت تكتسي بالنباتات، وتشهد ميلاد اللاقريات الأولى. وتدلُّنا أقدم المُتَحَجِّرات على أن النباتات البرية الأولى، وهي اليزرْقُطُوناء كانت بحجم ضئيل، وكانت عارية ودون عروق. أما أولى الحيوانات البرية فكانت هي ديدان أم أربع وأربعين والعقارب.

## الديفونى

وقد امتدَّ من ٣٨٥ إلى ٣٤٨ مليون سنة، وقد أخذ اسمه عن كونتية ديفون بإنجلترا وشهد هذا العصر تحوُّلاً هاماً حيث تجمعت الأقطار المعروفة اليوم في ثلاث كتل قارية كبيرة وهي قارة الشمال الأطلسي، بما فيها أمريكا وأوروبا وقارة أنغرة وتتضمَّن آسيا الوسطى الحالية. ثم قارة غوندوانا، وتشمل كلَّ الأراضي الأسترالية والهند. وظهرت على السطح مناطق كانت من قبل مغمورة بالمياه بسبب الانضغاط الذي حدث بين أوروبا وأمريكا الشمالية. وكانت هذه المناطق الجديدة مكونة من رمال



والى هذا العصر ينسب الجيولوجيون ظهور جزء من الكائنات الحية على سطح الأراضي الطافية. ذلك أن هذه

غالباً ما يُعرف العهد الديفوني «بحقبة الأسماك». في هذا العصر تطورت الأسماك وتعددت فصائلها. ومن هذه المجموعات هناك المفصليات والقيقرات التي كانت لها رأس مغطاة بقوقعة صلبة وكانت تتوفَّر كذلك على فكّ مُسنِّن ولكن ليست به أسنان حقيقية.



تعرف بالحث، وهي غنية بمُتَحَجِّرات ذات أهمية بالغة. أما الطقس الذي كان سائدا آنذاك فكان صحراويا في أغلب المناطق.

وخلال العصر الديفوني، تطورت الأسماك وتنوعت أشكالها. حيث بلغت أسماك البلاكوديرم والغُضروفيات والعظميات، أوج تطورها الشكلي. وتنتمي الأسماك الفلوفية واللمفاوية إلى المجموعة العظمية. فالأولى كانت تتوفر على زعانف عظمية ومنها انحدرت كل أصناف الأسماك الموجودة حالياً. أما الثانية فقد تطورت فيما بعد إلى الضفدعيات التي تولدت عنها كل الفقريات اللمفاوية البرية. وكانت تتوفر على أزواج زعانف جذ مستطورة تجعلها تتنقل بسرعة خارج سطح الماء لاستنشاق الهواء الخارجي. وكان الأستونوبترون يتوفر على جسم سمكي حقيقي ولكن بخصائص الضفدعيات الأولى. حيث كان له رأس، وأسنان وعمود فقري وأعضاء. وهذه الخصائص كانت من مميزات الاستيوستيغا وهو من الضفدعيات المنتمية إلى المجموعة المتأهية التي انقرضت.

### الكربوني

ويمكن افتراض أن الضفدعيات الأولى، التي خرجت من المياه كانت هي تلك الأصناف المتأهية. وعرفت الحياة النباتية في ذلك العصر تطوراً خاصاً. فكانت النباتات التي كانت حياتها منحصرة في البحار قد بدأت في غزو البر. حيث اتسعت رفعتها، وكونت غابات واسعة وكثيفة. وكانت هذه النباتات تتوالد من غُبيراتها وليس من بذورها. ومن بين هذه النباتات تذكر الخثريات والكُثبائيات والسرخسيات. وفي العصر الديفوني كذلك ترسبت حيوانات ونباتات بعد موتها في أعماق البحار ليتكون منها البترول الحالي.

وهو عصر امتد من ٣٤٥ إلى ٣٨٠ مليون سنة. وسمي بذلك الاسم، لكونه شهد تكوّن طبقات الفحم المتحجر. ازدادت الكُثُل القارية اقتراباً من بعضها إذ أن كل الأراضي الطافية تواجدت عند المناطق الاستوائية ذات المناخ الرطب والحار، وهو مناخ سهّل التطور الكثيف في





وأهم ظاهرة عرفها هذا العصر هي ميلاد الزواحف الأولى. وكانت تبيض على سطح الأرض، وهذا البيض ذو قشرة تحول دون جفافه وبيوسه. ومن بين المتحجرات الأولى للزواحف أحفور هيلونوموس، و يعود إلى ما قبل ٢٨٠ مليون سنة.

## البـيرمي

وهو عصر امتد من ٢٨٠ الى ٢٢٥ مليون سنة و يعود اسمه إلى بيرم وهي منطقة بالأورال. فخلاله تجمعت كل الاقطار في قطر واحد، عرف بالبانتجيا أو «أم القارات». وكانت هذه القارة، تشمل على عدة خلجان بحرية تجمعت فيها الترسبات، ومن أحد هذه الخلجان التيتيس Thetis الموجود في خط الاستواء، الذي انطلقت منه جبال الألب والهمالايا.

ولقد تغير الطقس في هذا العصر عما كان عليه من قبل. ذلك أن الاطراف الجنوبية شهدت تثلجات متعددة

ميدان النباتات البرية. فالغابات كانت غنية بأغراس يصل علو بعضها ثلاثين متراً. وكانت تحتوي كذلك على شرخسيات ذات بذور.

وتطورت الحياة الحيوانية بدورها في هذه الحقبة بكيفية مكثفة. فالبهار قد امتلأت بالرخويات والمخربات وزنابق البحر وعضديات الأرجل والطحالب والمرجان والأسماك. أما السر فقد امتلأ بالصفدييات من كل الأشكال، والاحجام فيتراوح طولها من بضعة سنتمترات الى عدة أمتار. ومنها على الخصوص العناكب والعقارب وأمهات أربع وأربعين. وظهرت آنذاك الحشرات المتجنحة الأولى ومنها على الخصوص الميعانوا التي يبلغ حجمها ٧٢ سنتمراً.

خلال العهد الكربوني امتلأت الأرض بالصفدييات المختلفة الأحجام وبالعقارب والحشرات المتجنحة. وكان طول الفتحة الجناحية لبعضها يتراوح بين بضعة سنتمترات إلى عدة أمتار.







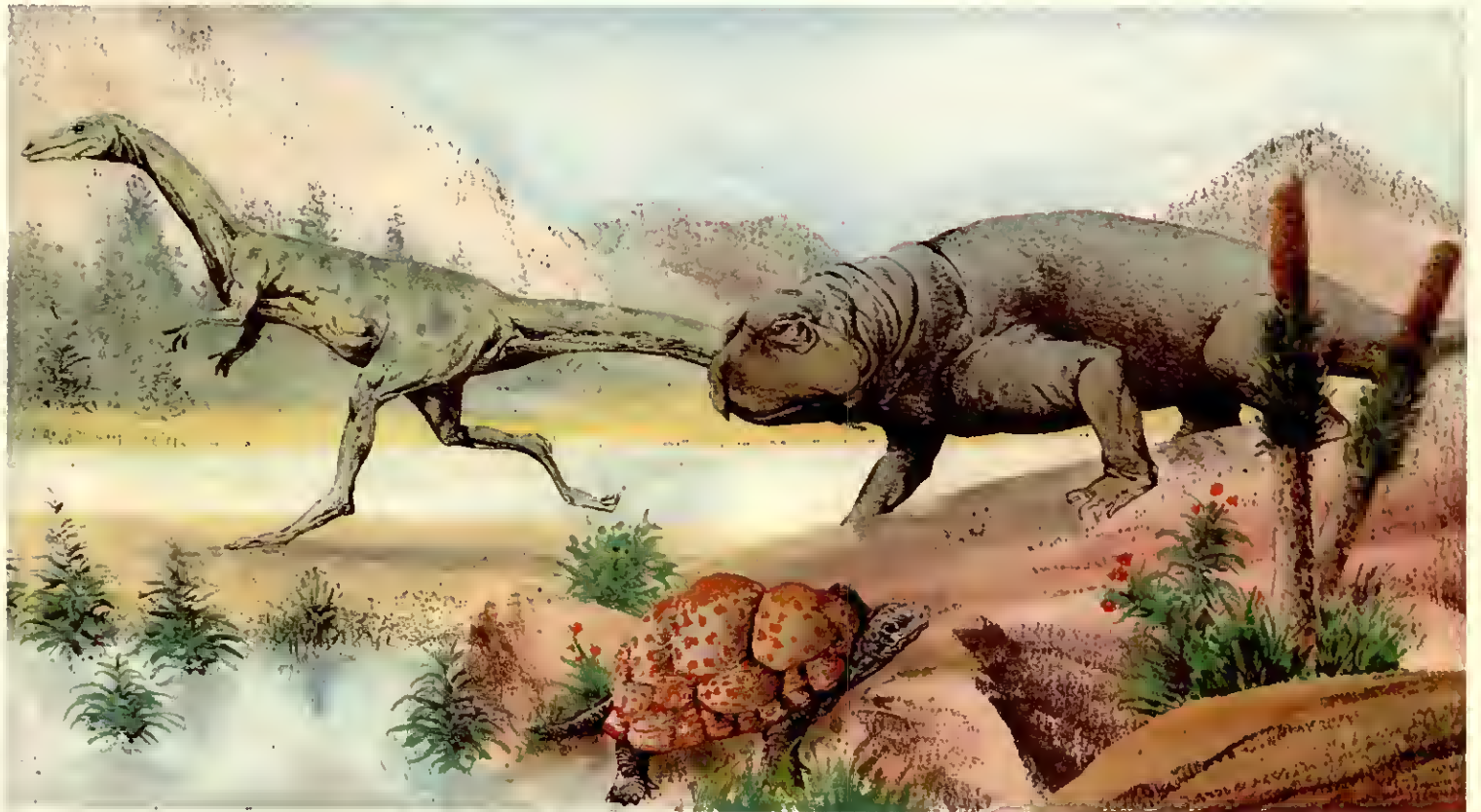
بيتما كَسَتْ مناطق صحراوية الأجزاء الشمالية في حين  
عَمَّ طقس حار ورطب في المناطق الوسطى.  
وبسبب هذا التغير في الظروف الطقسية، أصيب  
العديد من أصناف الحيوانات والنباتات بالهلاك لتُحلَّ  
محلها أصناف أخرى ذات خصائص ملائمة للعيش في  
الظروف الجديدة. وهذه النباتات والحيوانات بقيت  
مسيطرة وامتدت إلى العهد الموالي.

#### العهد الميزوزوي : انتشار الزواحف



يشملُ العصر الميزوزوي حقب الحياة المتوسطة. وقد بدأ  
حوالي ماقبل ٢٢٥ مليون سنة واستمر إلى ماقبل ٦٥ مليون  
سنة. وهو ينقسم إلى ثلاث حقب : الدور الترياسي، والدور  
الجوراي، والدور الكريتاسي (الكريتاوي).  
ولقد حدثت تغيرات جغرافية وبيولوجية عميقة خلال

شَهِدَ العهد الميزوزوي انتشار الزواحف في كل من  
البر والبحر والجو. وتظهر في الرسم بعض نماذج الزواحف  
الأرضية ومنها أولى السلاحف ديناصور. نعامه، وهو  
خفيف الحركة وسريع الجري وكان يتغذى من بعض  
الديناصورات الأخرى.



هذا العهد. وكان لها دور كبير في تغيير مظهر الكرة الأرضية إذ جعلتها على شكل يشبه ما هي عليه في الوقت الراهن. وامتد الدور الترياسي من ما قبل ٢٢٥ الى ما قبل ١٩٠

مليون سنة. و يعرف بهذا الاسم، لأنه يتكون من ثلاثة أنواع مختلفة من التربة وهي: الحث المتعدد الألوان والحجر الكلسي الصّديقي والجُمْعَر المتفَرَح.

وكانت مظاهر هذه الحقبة في مراحلها الأولى لا تُمثل تغييراً مهماً بالنسبة لما كانت عليه سابقتها. إذ بقيت البانجي (أم القارّات) متّحدة. كما بقي الطقس حاراً وجافاً يُيسّر تكوّن المناطق الصحراوية. بينما بدأ الطقس الحار والرطب يتعاقبان على الأرض. أما من حيث النباتات، فقد شهد العصر سيطرة الصنوبريات التي تنكيف مع الطقس الحار، وقد بلغ علوّ أشجارها ثلاثين متراً

بعض الزواحف قد تكون دقّتها الحاجة إلى البحث عن غذائها عن طريق التحليق في الأجواء. والبصورات أو «العظاياات المجتحة» هي أولى الزواحف المجتحة. وكانت مكسوّة بالزغب وذات أجنحة كبيرة مدعّمة بالذراع إضافة إلى أصبع رابع طويل جداً. في الرسم أسفله. تظهر بعض الفلقيات والزواحف المجتحة.





وَقَطَرها مَترين. وإلى جانب الصَّنوبريات، ظهرت السيكاسيات التي يمثُلها اليوم نبات السيكاس الذي توجد أصناف منه في المناطق المتوسطة. وقد انقرضت تماماً تلك النباتات التي كانت تميز العصرين البرمي والكربوني وخاصة منها الأشجار السرخسية والحدرات. كما أن البحر شهد انقراض الثلاثيات الفصوص، بينما تطورت فيه أصناف المرجان وحشائش الرمال، والمحار التشنائية والزخويات وشوكيات الجلد، والأسماك العظمية.

وتكاثرت الزواحف في هذه الحقبة حتى فاق عددها عدد كل الحيوانات الأخرى، نظراً لقدرتها على التكيف مع مختلف البيئات الموجودة. وكان بعضها يعيش في الوسط المائي، وبعضها الآخر بقي على سطح الأرض، بينما البعض يعيش طائراً في الأجواء.

وكانت الزواحف الأولى التي عادت إلى العيش في الماء هي الإكصور ذا شكل سمكي. يُشبه شكل القرش والدلفين الحاليين. يسمح له بالعم في أعماق البحار التي مالبث أن تكيف معها، وبقي فيها بصفة نهائية تبيض ويتناسل ويتوالد.

ونذكر من الأصناف الأخرى الميكساشور والبلاكودونت والتوتوصور، وكانت كلها ذات أسنان قوية

قادرة على مضغ المواد الصلبة. وقد بلغت بعض هذه الحيوانات أحجاماً هائلة، من ذلك مثلاً البلاصيصورس المُنحدر من التوتوصور الذي يبلغ طوله أكثر من اثني عشر متراً، وقد عاش الاثنان طوال عهدين متلاحقين.

ومن بين الحيوانات البرية، التي عاشت في تلك الحقبة هناك الضفدعيات المتأهية التي بلغت أحجامها مقاييس مدهشة. فكان المستودونصور مثلاً، ذا جُمجمة يبلغ طولها متر ونصف. وبعد خروجها من الماء، وجدت هذه الضفدعيات صعوبة في التنقل. لذلك طوّرت قدرتها على القفز. ومن أولى نماذج هذه الضفادع القافزة نذكر «الترياد و باتراكوس الماسينوتي»، وهو ضفدع عنكبوتي من الدور الترياسي الأول.

ومن بين الزواحف التي عاشت على الأرض اليابسة ظهرت أولى السلاحف والتيكودونت ومنها انحدر الدينصور والتماسيح الحالية، وأولى الزواحف الطائرة كالبيترسور والزواحف المشبكة، التي تطورت فيما بعد إلى

هجوم لأحد أصناف التيرانوسورس ريكس. وهو من الحيوانات اللجمية. ورغم أنه لم يكن من أضخم الديناصورات لكنه كان من أشرسها وأخطرها. في خلفية الصورة نموذجان للدينميتريدون.





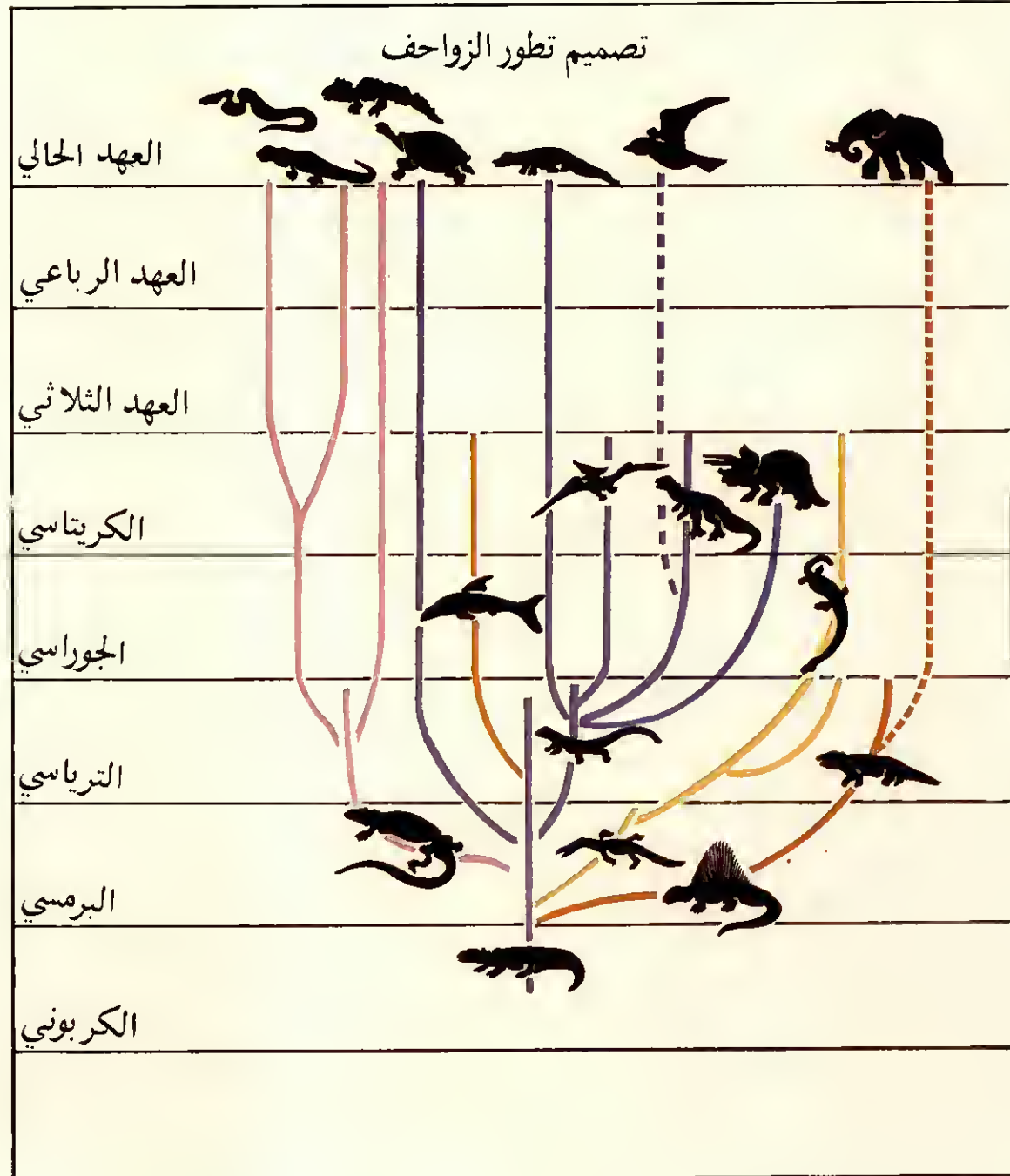
التأثيرات الحالية. وكان أول هذه التماذج الليسترسوروس الذي وجد في كل من إفريقيا الجنوبية وأندونيسيا والقطب الجنوبي. ويرجع عهد ظهورها إلى الدور الترياسي.

## الجُـرَاوِي

وهو دور امتد من ما قبل ١٩٠ إلى ١٣٥ مليون سنة وقد استمدت اسمه من سلسلة جبال الجورا بفرنسا. ويظهر أنه يتميز بنفس خصائص العهد السابق: فقد بقيت البانجيا (أم القارات) مُجمّعة، والطقس كان حاراً وقارياً ساعد

على تطوّر نبات أرهم وتكوّن غابات استوائية شاسعة الأطراف. وظهرت النباتات السيكاسية والبانثيالية والجنسكية في مختلف أرجاء الأرض بينما بدأت الصنوبريات في الانقراض. أما كاسيات البزوف فقد ظهرت أول مرة في أواخر العصر.

و يعتبر الجوراوي الحقبة التي تستحق بحق حمل اسم عهد الزواحف المُلصق عادة بالعصر الميزوزي. فبعد انقراض الضفدعيات، أصبحت الزواحف أكبر حجماً وانتشرت تقريباً في كل الأوساط. وبالإضافة إلى هذه الزواحف التي مالبت أن عادت إلى الوسط المائي، ظهرت





كانت تتغذى من النباتات البحرية، ومن جثث الحيوانات الأخرى. أما فصيلة الديتصور النعامية، فكانت خفيفة الوزن وسريعة التثقل. وكانت تتغذى من بيض الديتصورات الأخرى وتعيش إلى جانب الديتصورات اللجمة التي كانت أصغر منها حجماً. والتي تتوفر على رأس يفكين وأسنان حادة وعلى قوائم أمامية قوية تنتهي بأصابع ثلاث بها أظافر. وكانت من أخطر الثَّالِات التي تُهاجم حتى الديتصورات التي تكبرها حجماً.

ويظهر أن الديتصورات الأورنيثيانية كانت كلها عواشب وأنها كانت أصغر حجماً من السوريشيانية. فبعضها كان يمشي على قائمتين وبعضها على أربع، ومنها ما يتوفر على جسم قشري ومنها ما كان على رأسه قرنان.

#### القطبـاشـيري

وهو عهد امتد من ما قبل ١٣٥ إلى ٦٥ مليون سنة، واسمه مشتق من الكلمة اللاتينية «كريتا» المستعمل

كذلك أولى أصناف الطيور، التي كانت تجمع بين خصائص الزواحف والطيور معاً. ومن المرجح أنها تنحدر من الزواحف الطائرة. ومن هذه الأصناف الأركايوبتركس الذي وجدت آثاره في الصخور الجوراسية بألمانيا. وله جُمجمة وذيل، وأسنان الزواحف بالإضافة إلى الأجنحة والريش والأصابع الأخادة الموجودة عند الطيور الحالية.

وفيما بعد، أصبحت الأرض اليابسة مملكة الديتصورات والزواحف العملاقة التي يصنفها العلماء إلى مجموعتين: هما السوريشيانية والأورنيثيانية.

وكانت الديتصورات السوريشيانية، هي الصنف الأول الذي ظهر إلى الوجود. وكانت تتوفر على عنق طويل ورأس صغير وذيل مغزلي، وجذع صغير تحمله قائمتان خلفيتان وطويلتان. بينما القائمتان الأماميتان صغيرتا الحجم. ويظهر من شكل هذه الحيوانات، أنها عاشت بالخصوص في الماء الذي كان يحمل ثقل جسمها، وأنها



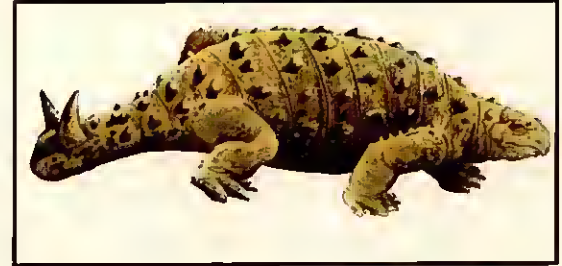
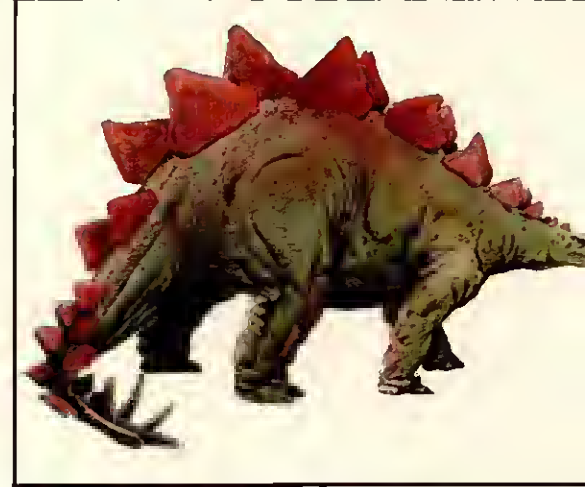






لمجتمعين في حين ظلت الهد تطفو فوق المحيط الهندي. وقد كان لهذه الظاهرة أثر كبير على الطقس الذي بدأ يختلف باختلاف المناطق. ويعتقد أن انقسام السنة الى الفصول المتعاقبة بدأ في ذلك العهد. كما أن النباتات والحيوانات تغيرت من حيث أشكالها وأحجامها. فقد تقلصت أحجام النباتات الجوارسية، وتثبتت كأسيات اليزر وخاصة منها السنديان والمغنولية والذلب والكرز الغاري. أما في المجال الحيواني فقد تثبتت الطيور إلى جانب الزواحف، وامتلات البحار بالمتحجرات والمحارات النشائية والأسماك واللافقرات من كل نوع. وانقرضت في آخر الحقبة عدة أصناف من الحيوانات والنباتات كالديتصورات والزواحف البحرية العملاقة والمتحجرات والمحارات النشائية. ولم يُعرف بصفة قطعية سبب انقراض هذه الكائنات الحية. إلا أنه من المحتمل أنها تلاشت لكونها لم تعد تتكيف مع تغيرات البيئة نتيجة انقسام البانجي وطفو القارّات.

للحديث عن الصخور الجيرية التي كانت تميز تلك الحقبة. وقد شهد هذا العهد، ظواهر ذات أهمية كبرى، حيث انقسمت أم القارات (البانجيا) في أواخر العصر إلى القارات الحالية. لكن القطب الجنوبي وأستراليا بقيا



## العهد الكينوزوي تطور الطيور والثدييات

يعتبر العهد الكينوزوي من حقبة الحياة الحديثة. وقد  
ابتدأ قبل ٦٥ مليون سنة وخلالها بدأت الأرض تتخذ  
تدرجياً شكلها الحالي بعد تحولات جذرية وعميقة.  
ففي أواخر هذا العصر التحقت الهند بالقارة الآسيوية

وافترقت إيطاليا وشبه الجزيرة البلقانية نهائياً عن إفريقيا.  
بحيث بقيت أوروبا معزولة. كما استمر تقارب  
الأمريكتين. ونتج عن التحرك المستمر للكتل القارية  
وتجمعها، تكون سلاسل جبلية شاهقة كالآلب والآند  
والهيمالايا والجبـال الصخرية والبرينيس وسلاسل أخرى  
أقل علواً.  
وخلال العصر الكينوزوي كان الطقس أكثر حرارة





مما هو عليه الآن. مما أدى إلى انتشار كأسيات البرز بشكل نهائي وإلى تكوّن غابات كثيفة وشاسعة الأطراف. ويمكن تقسيم هذا العهد الى خمسة أدوار وهي الباليوسين والإيوسين والأوليغوسين والميوسين والبليوسين. ويعرف بعصر الضرعيات، لأن هذه الحيوانات الفقرية عرقت إبانها تطوراً خاصاً وسريعاً. وقد جاء انتشارها بعد حقبة الزواحف، وكانت تنقسم الى كل المجموعات

والأصناف التي نعرفها اليوم، بالإضافة الى أخرى انقرضت قبل وجود الانسان على الأرض. ومن هذه الأصناف نذكر الحافريات البدائية التي انحدرت منها مزدوجات ومفردات الأصابع كالخيل والبقر.

وفي بداية هذا العهد كانت اللامشيميات مُنتشرة بكثرة، غير أنها سرعان ما حلت محلها المشيميات التي أبدت تكيفاً أكبر للعيش في البيئة. ولم تستمر اللامشيميات في الوجود إلا في القارة الأسترالية. وقد عثر على أقدم مُتَحَجَّر هذه الجراثيات في أستراليا، و يعزف بالويثارديا و يرجع إلى الدور الأوليغوسيني حيث عاش في تاسمانيا.

وَمُتَحَجَّرَات الضَّرْعِيَّات كثيرة جداً ولذلك كان من الممكن إعادة انشاء مراحل تطور أصناف كثيرة من الحيوانات التي تمثلها. ومن النماذج المهمة التي عثر عليها متحجرات القرس والفيل. فالقرس مُنحدر من الهوشبوش الذي كان عاشباً ولا يتجاوز حجمه حجم الكلب، وتنتهي قائمته بأربعة أصابع. أما الفيل فينحدر من المورثوروم الذي كان لا يتوقّف على خرطوم ولا على أنياب. ومع تعاقب ملايين السنين ازداد حجم المُنحدرات الى أن وصلت الى ما هي عليه اليوم.

ومن خلال الهيكل المتحجرة التي عثر عليها، ثبت أن أنواع الضرعيات كانت كثيرة جداً وتنتشر في كتلة قارية واسعة تشمل أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا وأفريقيا. ولم يبق من أصناف الزواحف إلا مجموعات قلانل مُتمثلة في النماذج التي مازالت تعيش حالياً على الأرض كالسلاحف والعظائيات والثعابين والثماسيح.

وقد انقرضت الزواحف من البحر وامتلأ بدوره بالضرعيات. كانت أصناف الحوتيات موجودة في الدور الميوسيني، وكانت متوفرة على أسنان قوية قادرة على افتراس الأسماك ورأسيات الأرجل، وأكبر هذه الأنواع هو الباسيلوسورس الذي يبلغ طوله ٢٠ متراً وكانت له

خلال العهد البليوسوني سُجِّل تطور أشكال خاصة من الثدييات النابتية.

في الرسم إثنان من هذه الحيوانات: الباريلامبدا، وقد يصل طوله مترين وله مخالب صلبة كالصخر ثم البانتورمبدا، وهو بضخامة الحمل ويشبه الققط إلا أنه ليس لآجماً.



## العهد الرابع : ظهور الإنسان



صورة لمَجْلَدَة حالية مع مجاري كثيرة، تُعطينا فكرة عن  
تكوُّن وتطوُّر مجلدات العهد الجيولوجي الرابع.

قوائم أمامية تحولت إلى زعانف قوية.  
وفيما بعد خلال الدور الأوليغوسيني ظهرت أشكال  
أخرى بأحجام أكبر تَقَات من علق البحر وهي ما يعرف  
اليوم بالحوث (بَالِين). أما باقي الحيوانات البحرية فهي  
تقريباً على نفس النماذج الموجودة حالياً. حيث تكاثرت  
أصناف السمك وخيول البحر ورأسيات الأرجل  
(كالخَبَار والكالامار) وهدايات الأرجل والمَحَار.

وتطورت أصناف الطيور بدورها تطوراً هائلاً حيث  
تكونت الأشكال المعروفة لديها وتعددت نماذجها المختلفة  
رغم أنها بقيت مدة طويلة ضخمة الحجم، وعاجزة عن  
التَّحَلُّق. ومن بين هذه النماذج، نذكر طير الدياتيرما الذي  
تتعدى قامته المترين، وكان يتوفر على منقار قوي وعلى  
قائمتين بثلاثة أصابع مائلة إلى الأمام، وتنتهي بمخالب  
حادّة. ثم الفُوروراكوس الذي ظهر في العهد الميوسيني  
و يبلغ طوله أكثر من ستة أمتار، وله جُمُحمة يبلغ طولها ٦٠  
سنتيمتراً ومنقاراً طويلاً معقوفاً ومتيناً يصل طوله ٣٥  
سنتيمتراً ومخالب قائمتيه قوية قادرة على التَّمْزِيق والفُكّ  
وكان يعيش بالخصوص في أمريكا الجنوبية. وهذه







العهد الثلاثي

الكرييتاسي

الجُوراسي

الترياسي

البرمى

الكر بوني

الذِّفُونِي

التَّيْلُورِي

الأوردوفيسي

الكمبري

العهد البروتروزي

كاسيات البذر

عاريات البز

السراج

الكتبانيات

الخُدْرِيَّات

1. 1. 1.

الطحايب

الفطريات

البيِّنَات

الاسفنجيات

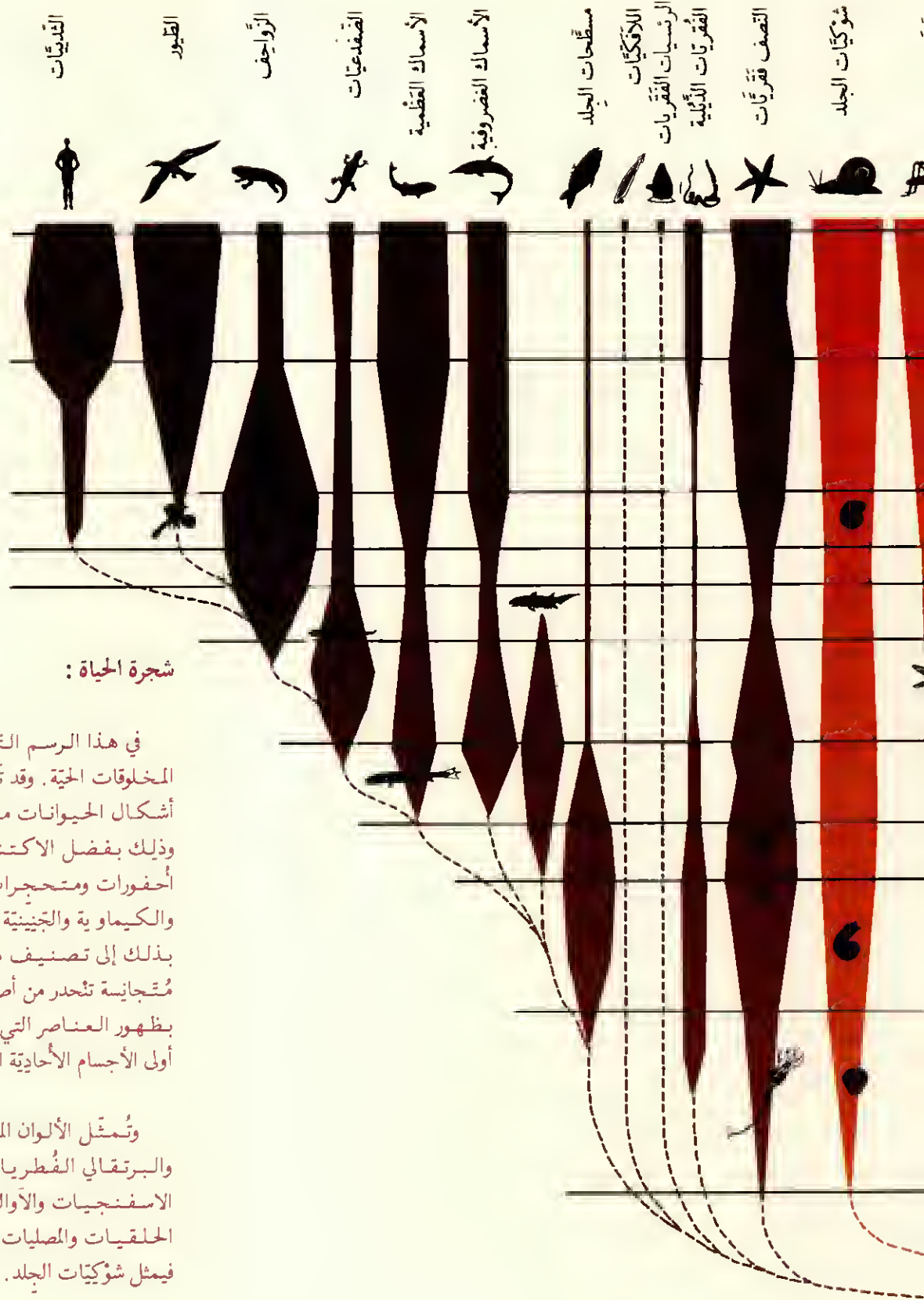
المجوفات

11-2-21

الحقیقات

三

العنكبوتيات



### شجرة الحياة :

في هذا الرسم التبياني تظهر أهم خطوط تطور المخلوقات الحية. وقد تمكن العلماء من تصور ورسم أهم أشكال الحيوانات من أضخمها حجماً إلى أدقها خلقاً وذلك بفضل الاكتشافات الأركيولوجية على شكل أحفورات ومتحجرات وبفضل الدراسات التشريحية والكيمائية والتجينية المُجرّاة على الأحياء. كما توصلوا بذلك إلى تصنيف هذه الكائنات الحية إلى مجموعات مُتجانسة تنحدر من أصل واحد. وقد بدأت أشكال الحياة بظهور العناصر التي شكّلت مع بعضها لتتمخض عنها أولى الأجسام الأحادية الخلية.

وتمثل الألوان المجموعات: الأصفر، يمثل النباتات والبرتقالي الفطريات والبكتريات، ويمثل الأخضر الاسفنجيات والآليات (البروزيات) والأحمر مجموعة الحلقيات والمصليات والرخويات، أما اللون الكستنائي فيمثل شوكيات الجلد.

ويظهر على اليسار الحقب التي تعرّضنا إليها في هذا الفصل وفي أعلى الجدول أسماء الأجسام التي تمثل المجموعات المصنّفة.

الأرضية. وعادت كميات كبيرة من المياه إلى البحار التي ارتفع مستواها مغرقة أطرافاً واسعة من الأراضي الطافية سابقاً.

وكان لهذا التعاقب الطقسي أثر بالغ على حياة النباتات والحيوانات، خاصة من حيث توزيعها واختلاف أصنافها حسب المناطق. فخلال فترات الجفاف تهاجر حيوانات الطقس المعتدل نحو الجنوب لضمان بقائها على الحياة. وهذه التقلبات طورت تكتلات مهمة من الأصناف الحيوانية والنباتية في تلك المناطق والتي لا زالت مستمرة إلى اليوم.

وانقرضت بعض الأصناف الحيوانية كالماموث والماستودون بينما بقيت أصناف أخرى تتابع تحولها متكيفة مع التغيرات البيئية إلى أن وصلت إلى الأشكال التي هي عليها الآن.

فبالنسبة لبعض الأصناف كان التكيف يجعلها تقلص من حجمها نظراً لتناقص التغذية في الوسط الذي تعيش فيه. وبالنسبة لأصناف أخرى، كان التكيف يقودها إلى عكس ذلك إذ تضخمت أحجامها باكتناز الشحم نظراً لوفرة التغذية من حولها واستعدادها لمواجهة فترات نقصان التغذية في القصول الصعبة. وهناك من الأصناف ما اختار الإشببات الشتوي أو التوأم. وكانت كل الصرعات قد اكتسبت بالوبر الكثيف اتقاء لبرودة الطقس. ومع نهاية آخر مرحلة جليدية وهي المعروفة بمجلفة (ورم) بدأ العهد الهولوسيني قبل ١٠,٠٠٠ سنة. وهو العصر الذي مازلنا نعيش فيه. ويعتبر العهد الرابع أول عصر يحمل بصمات الإنسان الأول وآثاره العميقة على البيئة المحيطة.

— لرسم أسفله، يسمح بتخيل تطور الإنسان

— في المربعات الصغيرة أسفله ما عُثر عليه من عظم لبعض الجماعه الانسانية.

